UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

PROJETO SUSTENTÁVEL HIDROSSANITÁRIO E PLUVIAL: proposta para o edifício sede SEFAZ - MA

São Luís
2017

IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

PROJETO SUSTENTÁVEL HIDROSSANITÁRIO E PLUVIAL: proposta para o edifício sede SEFAZ - MA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza

São Luís
2017

Silva Júnior, Iranildo Barbosa da.
Projeto sustentável hidrossanitário e pluvial: proposta para o edifício sede SEFAZ-MA, em São Luís / Iranildo Barbosa da Silva Júnior. – São Luís, 2017.
107f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza.

1. Tecnologias sustentáveis. 2. Economia de água. 3. Sustentabilidade. 4. Reuso de águas cinzas. 5. Sustentabilidade. 6. SEFAZ-MA. 7. Hydros V4. I. Título.

CDU 624:502.131.1(812.1)

IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

PROJETO SUSTENTÁVEL HIDROSSANITÁRIO E PLUVIAL: proposta para o edifício sede SEFAZ - MA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 27 / 06 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Rogério Frade da Silva Souza (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Me Waldimar Ferreira Azevedo
Universidade Estadual do Maranhão

Profa. Esp. Carmen Lucia Bentes Bastos
Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço por ser meu guia e todas as suas bênçãos concedidas a mim.

A minha família por todo o suporte que recebi, nas tomadas de decisões, nos momentos difíceis e por toda a felicidade que me concedem a cada dia. Durante todos os anos da graduação, obstáculos surgiram, dificuldades foram enfrentadas e trabalhos foram realizados através de toda a força que me deram.

A todos os amigos que fiz na universidade que levarei para a vida, em especial minha amiga e companheira Juliana, por ser responsável por todo crescimento que alcancei.

A todos os professores e diretores, agradeço pelo apoio e conhecimento transmitido nesses cinco anos de vivência na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

A meu orientador, Rogério Frade, por ter me confiado um tema de grande importância e relevância e todas as orientações dadas para solucionar os problemas.

RESUMO

Há uma crescente degradação dos recursos naturais. A água, em especial, responsável por manter a vida no planeta, deve ser conservada. Tecnologias sustentáveis e sistemas de tratamento vem sendo implantados em edificações com o intuito de obter certificações ambientais, redução do consumo de água potável e economia nos custos a longo prazo. O reuso de águas cinzas para fins não potáveis como rega de jardins, lavagem de pisos e roupas e descarga em bacias sanitárias são exemplos de alternativas econômicas e inovadoras que podem ser utilizadas. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as melhores alternativas sustentáveis para economia de água potável, captação, armazenamento, tratamento e reuso de águas cinzas para implantação no edifício sede da SEFAZ – MA e a realização de um projeto de captação e reuso de águas da chuva utilizando o software Hydros V4.

Palavras-chave: Tecnologias sustentáveis. Economia de água. Reuso de águas cinzas. Sustentabilidade. SEFAZ-MA. Hydros V4.

ABSTRACT

There is a growing degradation of natural resources. Water, in particular, responsible for maintaining life on the planet, must be conserved. Sustainable technologies and treatment systems are being implemented in buildings with the aim of obtaining environmental certifications, reduction of drinking water consumption and long-term cost savings. The reuse of gray water for non-potable purposes such as garden watering, washing floors and clothes and discharging in toilets are examples of economic and innovative alternatives that can be used. The present work aims to present the best sustainable alternatives for saving drinking water, abstraction, storage, treatment and reuse of gray water for implantation in the headquarters building of SEFAZ - MA and the realization of a project of capture and reuse of rainwater using the Hydros V4 software.

Keywords: Sustainable technologies. Water economy. Reuse of gray water. Sustainability. SEFAZ-MA. Hydros V4.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de confiança da construção, diferença em pontos.....16
Tabela 2 – Categorias da certificação LEED.....24
Tabela 3 – Benefícios do processo AQUA. 26
Tabela 4 – Categorias e pontos da certificação BREEAM. 33
Tabela 5 - Dados de entrada e saída de tecnologias simples.....38
Tabela 6 - Dados de entrada e saída de tecnologias químicas.....38
Tabela 7 - Limites estabelecidos para reúso em descarga de vasos sanitários - normas internacionais 40
Tabela 8 - Limites estabelecidos para reúso em descargas de vasos sanitários - normas brasileiras. 41
Tabela 9 – Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água. 44
Tabela 10 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis.....46
Tabela 11 - Dimensionamento de reservatório pelo método Rippl.....57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Participação da indústria da construção na população ocupada 15
Quadro 2 – Sete passos para construção sustentável. 22
Quadro 3 – Dimensões avaliadas na certificação LEED. 25
Quadro 4 – Categorias do processo AQUA. 27
Quadro 5 – Resumo de categorias, critérios e classificação do selo Casa Azul (continua). 29
Quadro 6 – Categorias BREEAM. 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspectos do triple bottom line. 19
Figura 2 – Exigência mínima para certificação no Processo AQUA. 27
Figura 3 – Selo Procel Edifica. 31
Figura 4 – Elementos do sistema de medição individualizada. 34
Figura 5 – Esquema do sistema de reuso. 36
Figura 6 - Principais usos de esgoto tratado 37
Figura 7 - Projeto Hidrossanitário de reuso de águas cinzas. 47
Figura 8 – Eldorado Business Tower, São Paulo. 48
Figura 9 - Ibis Hotel localizado em São Luís. 49
Figura 10 - Filtro autolimpante VF12 Acquasave. 55
Figura 11 - Gráfico de eficiência hídrica do filtro autolimpante VF12 56
Figura 12 - Bacia sanitária com caixa acoplada com acionamento duplo 59
Figura 13 - Torneira hidromecânica com temporizador. 60
Figura 14 - Mictório com sensor de acionamento 60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
1.1 Justificativa 12
1.2 Objetivos 13
1.2.1 Objetivo geral 13
1.2.2 Objetivos específicos 13
1.3 METODOLOGIA 14
2 REFERENCIAL TEÓRICO 15
2.1 Importância da construção civil na economia 15
2.2 Relevância dos projetos técnicos na construção civil 16
2.3 Histórico da questão ambiental 17
2.4 Projetos sustentáveis na construção civil 19
2.5 Certificações ambientais 22
2.5.1 LEED - Leadership In Energy And Environmental Design 24
2.5.2 Processo AQUA – Alta Qualidade Ambiental 25
2.5.3 Selo Casa Azul 28
2.5.4 Selo Procel Edifica 30
2.6 Tecnologias de projetos hidrossanitários 33
2.7 Tecnologias de projetos pluviais sustentáveis 44
2.8 Exemplos de edifícios sustentáveis 47
2.9 Norma e legislação 49
2.10 Incentivos para sustentabilidade para projetos e obras 52
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 54
3.1 Projeto de drenagem pluvial 54
3.1.1 Condutores verticais e horizontais 54
3.1.2 Caixas de passagem 54
3.1.3 Dispositivo de descarte das primeiras águas 55
3.1.4 Filtro autolimpante V12 Acquatec 55
3.1.5 Reservatório inferior 56
3.1.6 Filtro de areia 58
3.2 Projeto hidráulico de reuso de água para fins não potáveis 58
3.2.1 Bomba de recalque 58
3.2.2 Tubulação e conexões 58
3.2.3 Reservatório superior 58

3.2.4 Ramais de utilização e tecnologias 59

4 CONCLUSÃO 61

REFERÊNCIAS 62

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO (CONTINUA). 71

APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DAS TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS ADMITIDAS NO TRABALHO (CONCLUSÃO). 74

APÊNDICE C – MEMÓRIA DE CÁLCULO HYDROS V4 75

APÊNDICE D - LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CONTINUA). 99

ANEXO A – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA PARA A CIDADE DE SÃO LUÍS (MM/H). 103

ANEXO B – COEFICIENTE DE RUNOFF PARA DIFERENTES MATERIAIS. 104

ANEXO C – PRECIPITAÇÃO MENSAL PARA A CIDADE DE SÃO LUÍS. 105

ANEXO D – DETERMINAÇÃO DO CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (M^3/MÊS). 106

ANEXO E – TABELA DE TAXA DE OCUPAÇÃO PARA PRÉDIO PÚBLICOS OU COMERCIAIS. 107

1 INTRODUÇÃO

A superfície do nosso planeta é composta por 70% de água. Essa água possui um ciclo natural, que está ligado ao movimento e à troca de água em seus estados físico, liquido, sólido, gasoso e de vapor, que ocorrem na Hidrosfera, e percorrem diversos trajetos, tal ciclo é essencial para a sobrevivência e renovação das espécies vivas.

Porém, de toda água existente no planeta, 97,5% está nos oceanos e dos 2,5% restantes, 1,5% estão nos polos, nas geleiras e icebergs, ficando apenas 1% disponível para nosso consumo, sendo que a maior parte está em leitos subterrâneos, atmosfera, plantas e animais, além de parte não contabilizada das águas de nascentes, lagos, rios e aquíferos, mais facilmente disponível para consumo, encontram-se poluídas.

As alterações climáticas, aquecimento global, perda de biodiversidade, esgotamento de certos recursos naturais, poluição dos solos, poluição da água e da atmosfera fazem parte de um mesmo fenômeno ambiental, agravados pelo crescimento rápido das atividades econômicas mundiais (COSTA, 2014). Junto ao crescimento demográfico, a produção industrial e tecnológica comprometeu a conservação ambiental, com a exploração dos recursos renováveis e não renováveis e geração de resíduos.

A escassez de recursos naturais, tal como a água, exige novas formas de organização empresarial e política. Agir com sustentabilidade traz uma série de benefícios que vão desde a preservação de recursos naturais até a melhoria do marketing das empresas (NASCIMENTO, 2016).

De certa forma, o Estado tem incentivado ou contribuído para a conscientização da sociedade como um todo com incentivos fiscais para as empresas que adotam uma responsabilidade ambiental, financiando projetos que promovam a preservação e o uso racional dos recursos ambientais (AUGUSTO; BARBOSA, 2014).

Na engenharia civil, a construção civil é uma das áreas na qual mais percebemos ações sustentáveis com o intuito de redução dos impactos ambientais. Segundo Perru (2011), encontrar alternativas sistêmicas e que envolvam todas as etapas do processo, mantendo a viabilidade dos empreendimentos, é o grande desafio desse segmento.

Os projetos sustentáveis são responsáveis por dar as condições

necessárias para melhor gestão dos resíduos, garantir a qualidade, segurança e conforto das edificações, além de reduzir os impactos ambientais.

O impacto ambiental da construção civil é consequência de toda uma complexa cadeia produtiva. Esta cadeia abrange desde a extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais e componentes, concepção e projetos, execução, práticas de uso, operação e manutenção e, ao final da vida útil, a demolição/desmontagem, além da destinação de resíduos gerados ao longo da vida útil. Todas essas etapas envolvem recursos ambientais, econômicos e de caráter social, que atingem diretamente todos os cidadãos, empresas e órgãos governamentais (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Neste trabalho serão abordadas as principais técnicas, tecnologias e equipamentos que permitem a reutilização de água, aplicando-se algumas dessas soluções sustentáveis na elaboração do projeto de hidrossanitário e de drenagem pluvial de um edifício público.

1.1 Justificativa

A água é um dos principais fatores para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Líderes de todos os países têm procurado novas fontes de recursos seja com o intuito de complementar a reduzida disponibilidade de água, ou por questões financeiras. Devido a grande demanda por água em algumas regiões, a sua falta atinge o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da população. Por isso, faz-se necessário o reuso de águas pluviais e/ou tratamento de águas cinzas para aplicação em usos menos nobres, ou seja, aqueles que exigem menor grau de potabilidade, tais como descarga de vasos sanitários e irrigação de jardins e áreas verdes.

A reutilização de água ou o uso de águas residuárias tem sido praticado há vários anos em todo mundo. Segundo CETESB (2011), existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda por água tem tornado o reuso de água planejado um assunto de grande importância.

Para CUNHA (2011) fazer reuso de água trata-se da implantação de uma pequena estação de tratamento de água de uso 'nobre' (banho e pias) para reutilização em fins 'menos nobres', como descargas, lavagens de piso e outros e para

o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21.

A prática de reutilizar a água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade, reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (CUNHA, 2011).

Empresas de construção civil têm se conscientizado cada vez mais com o tema sustentabilidade, por uma questão de sobrevivência, sob os aspectos econômico, social, político e ambiental. Com tudo isso, novas práticas de gestão, desempenho na execução de obras e tecnologias têm contribuído para a redução de impactos ambientais, além de poupar dinheiro e tempo para as empresas (PERRU, 2011).

O consumidor está cada vez mais atento as questões ambientais, em razão disso, as empresas têm se tornado mais conscientes sobre os temas de sustentabilidade e buscam, assim, certificações para os seus empreendimentos, beneficiando não apenas o meio ambiente, mas todos em seu entorno (PRIMI; MARTINS, 2012).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Identificar as técnicas e equipamentos mais eficazes utilizados em projetos hidrossanitários e pluviais sustentáveis, aplicando essas soluções no projeto de uma edificação pública.

1.2.2 Objetivos específicos

a. Identificar e descrever as principais técnicas de reuso planejado de águas;
b. Identificar e descrever os principais equipamentos destinados ao reuso e ao tratamento de águas cinzas;
c. Identificar as técnicas mais eficazes para captação, tratamento e

reutilização de água, em uma edificação pública;

d. Identificar os aparelhos mais eficazes para captação, tratamento e reutilização de água, em uma edificação pública;
e. Identificar e descrever as alternativas mais sustentáveis para implementação em uma edificação pública, com base nos resultados obtidos nos itens anteriores;
f. Elaborar o projeto pluvial de uma edificação pública, aplicando os principais equipamentos, aparelhos e técnicas voltados ao reuso/tratamento de águas cinzas e águas pluviais.

1.3 Metodologia

A metodologia a ser utilizada neste trabalho será descrita a seguir.

Na identificação das técnicas, aparelhos e equipamentos destinados à captação, ao tratamento e ao reuso de águas, será utilizada pesquisa bibliográfica em livros, artigos, apostilas, dissertações, teses, catálogos e manuais dos fabricantes, normas técnicas, revistas e websites que discorrem sobre o tema acima descrito.

A identificação das técnicas, aparelhos e equipamentos mais eficazes para captação, tratamento e reutilização de água em uma edificação pública será realizada por meio de análises quantitativas e qualitativas, com base em dados como rendimento, capacidade, manutenção, grau de tratamento, de cada técnica, economia gerada, de aparelho ou equipamento.

Serão descritas as principais técnicas, aparelhos e equipamentos para implementação em uma edificação pública, utilizando de critérios qualitativos e quantitativos.

Por fim, será desenvolvido o projeto pluvial de uma edificação pública com a utilização das principais técnicas sustentáveis identificadas, utilizando-se o software Hydros V4.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da construção civil na economia

Relaciona-se as atividades da construção civil como atividades de preparação de terreno, as obras de edificações e de engenharia civil, as instalações de materiais e equipamentos necessários ao funcionamento dos imóveis e as obras de acabamentos contemplando tanto as construções novas, como as grandes reformas, as restaurações de imóveis e a manutenção corrente (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Brasil (2017) não existe crescimento econômico no Brasil sem o crescimento da indústria da construção civil. O setor da construção representa 8% do PIB e é o que mais emprega. Há um impacto muito grande na economia, no desenvolvimento social e evidentemente no emprego. A construção civil possui ampla participação na composição do PIB, acarretando em mudanças e crescimento para o setor industrial e social, gerando empregos diretos e indiretos, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Participação da indústria da construção na população ocupada

Ano	Pessoas Ocupadas		Participação Relativa da Construção Civil na População Ocupada Total (%)
	Brasil	Construção Civil	
2000	78.744.515	5.579.533	7,09
2001	79.340.589	5.603.994	7,06
2002	82.416.557	5.851.946	7,1
2003	83.770.062	5.652.633	6,75
2004	87.942.470	5.862.069	6,67
2005	90.538.826	6.135.556	6,78
2006	93.049.796	6.201.572	6,66
2007	94.551.694	6.514.359	6,89
2008	95.720.196	6.833.562	7,14
2009	96.559.173	7.229.909	7,49
2010	98.116.218	7.844.451	8
2011	99.560.157	8.099.182	8,13
2012	100.960.268	8.578.192	8,5
2013	102.537.398	8.808.155	8,59
2014	105.472.678	9.149.114	8,67

Fonte: IBGE, diretoria de pesquisas, coordenação de contas nacionais, 2014.

PIB da Construção Civil registrou, em 2015, a maior queda dos últimos 12 anos. Diante de um cenário marcado por deterioração fiscal, incertezas políticas, baixo patamar de confiança, queda na produção, recessão econômica, desemprego elevado e crescente e inflação superior ao teto da meta (estagflação), a Construção Civil, de acordo com os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística registrou queda de 7,6% em seu Produto Interno Bruto (PIB) (IBGE, 2016 apud CIBC, 2016).

O INCC foi concebido com a finalidade de aferir a evolução dos custos de construções habitacionais, configurou-se como o primeiro índice oficial de custo da construção civil no país. Responsável por apurar a evolução dos custos no setor da construção, um dos termômetros do nível de atividade da economia.

Em abril de 2017, o índice de confiança da construção (ICST) avançou para 1,4 ponto, o maior nível abril de 2015 segundo o Instituto Brasileiro de Economia (2017), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de confiança da construção, diferença em pontos.

Período	ISA-CST	IE-CST	ICST
jan-17	1,5	3,4	2,5
fev-17	-2,3	2,1	-0,1
mar-17	-0,2	1,7	0,7
abr-17	2,9	-0,3	1,4

Fonte: Instituto brasileiro de economia, 2017.

2.2 Relevância dos projetos técnicos na construção civil

Atualmente, as empresas de construção civil visam meios e técnicas para construir empreendimentos de forma que possam monitorar e controlar seu andamento e recursos. Os projetos são responsáveis por dar as ferramentas necessárias para alcançar esse objetivo e atender aos requisitos do mercado.

De acordo com Nascimento (2015), “O projeto é uma tarefa complexa que visa alcançar soluções criativas, belas, funcionais e econômicas. Além de responder às necessidades de seu cliente e se ajustarem coerentemente ao meio ambiente”. Com as mudanças sofridas pelo setor de construção ao longo do tempo, esse termo tende a sofrer atualizações para acompanhar as novas tecnologias e inovações.

Segundo Caiado (2004 apud ALMEIDA, 2012), um projeto bem planejado atua como um definidor de custos, funcionalidades, tecnologias construtivas, construtibilidade e satisfação do cliente final. Sendo definido o custo, objetivo ao qual foi idealizado, forma de construir, seus materiais e destino final do empreendimento.

Nesta incessante busca pela obtenção de resultados quantitativos e qualitativos, muitas empresas utilizam hoje de uma estrutura voltada para projetos, e estas, muitas vezes, apresentam uma forte correlação com os investimentos que se fazem necessários para manter a organização competitiva (ALMEIDA, 2011).

Entendendo-se um projeto como um conjunto de informações coletadas para análise de sua viabilidade, ou seja, um modelo que incorpora informações quantitativas e qualitativas e analisa o investimento e suas implicações (ENDE; REISDORFER, 2015). Todo esse esforço busca a transformação de matéria-prima, energia e mão de obra em produtos ou serviços para atender as necessidades e requisitos do mercado consumidor, além de garantir qualidade, conforto e segurança para os interessados.

Ainda segundo Ende e ReisDorfer (2015), do ponto de vista social, um projeto são informações ordenadas que permitem estabelecer custos e benefícios sociais, analisando as vantagens e desvantagens de utilizar recursos de um país na produção de bens e serviços.

2.3 Histórico da questão ambiental

Em 1968, a UNESCO (Organização das Nações Unidas Para a Educação, Ciência e a Cultura) organizou a Conferência Sobre a Biosfera em Paris, após grandes catástrofes ocorridas que causaram danos imensuráveis ao meio ambiente, como derramamento de petróleo no oceano, afim de conscientizar os países da degradação ambiental.

O desenvolvimento sustentável é, pela primeira vez, discutido em 1987 com a divulgação do Relatório Brundtland (Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento), com o título “Nosso futuro comum”, relacionando aos temas que envolvem a construção civil.

Desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o

potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento, 1988). Essa definição é considerada a mais próxima de um consenso, estabelecendo uma relação entre presente e futuro, propondo uma exploração da natureza discriminada para atender as atividades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Muitas empresas começaram a formular e materializar esses ideais, como foi o caso do inglês John Elkington que fundou a *SustainAbility,* criando um modelo chamado *triple bottom line* ou tripé da sustentabilidade, integrando os três aspectos fundamentais, o social, econômico e ambiental para atender de forma equilibrada, medindo o valor de tudo aquilo que destroem e geram nas esferas ambientais, econômicas e sociais.

Com a evolução científica e o aumento da preocupação ambiental, em 1972 foi elaborada a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano pela ONU (Organização Das Nações Unidas), chamada de Conferência de Estocolmo. Motivada pelas mudanças climáticas, qualidade e quantidade das águas disponíveis, modificação de paisagens, crescimento econômico acelerado, chuvas ácidas e a poluição do mar báltico além da publicidade desses problemas ambientais e consequentemente mobilização do público.

Reafirmando a conferencia de Estocolmo, em 1992 aconteceu no Rio de Janeiro, a ECO-92 com o objetivo de estabelecer uma parceria global por meio da cooperação entre Estados, setores-chave da sociedade e os indivíduos.

O documento produzido na ECO-92 definiu 27 princípios, onde está presente o direito ao desenvolvimento sustentável para atender paralelamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações futuras, além de recomendar aos Estados a tarefa de erradicar a pobreza (CORRÊA, 2007 apud OLIVEIRA, 2011).

Participaram da Rio 92 dezenas países que acordaram e assinaram a Agenda 21 Global, que consiste na tentativa de estabelecer um padrão de desenvolvimento sustentável e preparar o mundo para os desafios do próximo século, “definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça e eficiência econômica” (BRASIL, 2017).

Em 1997, a Assembleia Geral das Nações Unidas percebeu as lacunas encontradas nos resultados da Agenda 21 e detectou a necessidade de ratificação,

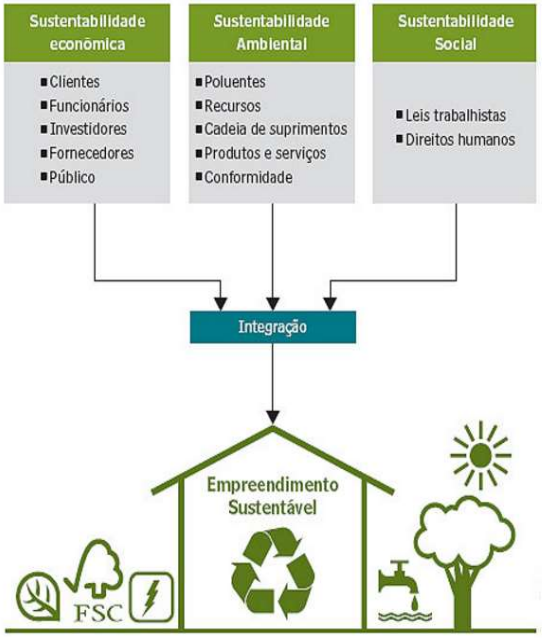
implementação de convenções e acordos internacionais referentes ao ambiente, realizando, assim, uma nova cúpula mundial pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU (Organização das Nações Unidas) em 2000. Com foco na erradicação da pobreza, mudança de padrões, consumo e manejo de recursos naturais e desenvolvimento sustentável, foi chamada de Rio +10 (FOLHA DE SÃO PAULO, 2017).

Em junho de 2012, foi realizada na cidade do Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável para renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, com o objetivo de tomada de decisões sobre a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (RIO20, 2017).

2.4 Projetos sustentáveis na construção civil

Todos os aspectos do "*triple bottom line*" tem aplicabilidade na construção e deveriam ser incorporados por todas as construtoras na execução de suas obras (Figura 1) com o objetivo de alcançar um equilíbrio entre os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Atualmente o enfoque está sendo a busca por materiais e soluções ambientais para os edifícios, com a chegada dos *green buildings* no Brasil.

Figura 1 - Aspectos do *triple bottom line*.



Fonte: ALVES, 2017.

No cenário atual, as empresas que continuarem no setor devem incorporar em suas atividades e projetos novas tecnologias e soluções que minimizem o consumo de recursos naturais tanto na fase de construção quanto de operação do empreendimento. Mas as empresas que desejarem ocupar uma posição de excelência devem considerar os aspectos sociais de suas operações, com o exercício da cidadania corporativa dentro de um ambiente de negócios (GLOGOWSKY, 2010).

O conceito de projetos sustentáveis segundo Brasil (2017) é dividido em cinco ideias básicas: projetos inteligentes, redução da poluição, materiais ecológicos, eficiência energética e aproveitamento da água.

I. Projetos inteligentes:

- Adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais;
- Previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior;
- Atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes;
- Utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima).

II. Na escolha dos materiais:

- A utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução e para a construção em regime de mutirões, com conteúdo reciclado.

III. Evitar a poluição:

- Evitar sempre o uso de materiais químicos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente, como amianto, cfc, hcfc, formaldeído, policloreto de vinila (PVC), tratamento de madeira com cca, entre outros.
- Redução e disposição adequada, promovendo-se a reciclagem e reuso dos materiais.

IV. Com relação à energia:

- Recomenda-se o uso do coletor solar térmico para aquecimento de água,
- Energia eólica para bombeamento de água e de energia solar fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública.

V. Sobre águas e esgoto:

- A coleta e utilização de águas pluviais
- Utilização de dispositivos economizadores de água
- Reuso de águas, tratamento adequado de esgoto no local e, quando possível, o uso de banheiro seco.

Segundo Corrêa (2009) o primeiro passo para a sustentabilidade na construção é o compromisso das empresas da cadeia produtiva a criarem as bases para o desenvolvimento de projetos efetivamente sustentáveis. Existem três pré-condições para a criação de projetos efetivamente sustentáveis:

a) A gestão da qualidade pois estimula a melhoria constante dos processos empresariais, que estão ligados ao consumo de recursos naturais, produtividade, desperdício, durabilidade, entre outros.

b) A não-informalidade é preciso para garantir a legalidade de toda a empresa e de todos os seus processos. Além de garantir a legitimidade da empresa, a seleção de fornecedores formais estimula o aumento da profissionalização na cadeia produtiva.

c) A busca por constante inovação para que as empresas tenham relações estreitas com agentes promotores de inovação na cadeia produtiva, tanto na oferta de novos materiais e equipamentos, quanto na capacitação da mão-de-obra. A base para a sustentabilidade na construção é alinhar ganhos ambientais e sociais com os econômicos.

Segundo Valente (2009), para construir sustentavelmente são necessários estudos e pesquisas de novas tecnologias que estão presentes em sete passos, que irão reproduzir as características originais do meio ambiente, dos quais estão definidos no Quadro 2.

Quadro 2 – Sete passos para construção sustentável.

SETE PASSOS	DESCRIÇÃO
Gestão da obra	Análise do local; Aplicação do ciclo de vida da obra; Diretrizes de projeto e de materiais; Projeto de arquitetura, paisagismo e planejamento sustentável; Logistica de materiais e recursos em geral.
Aproveitamento dos recursos naturais	Aproveitar os recursos naturais que atual diretamente sobre a obra, como sol, vento, vegetação, para obter iluminação, conforto termo-acústico e climatização natural.
Eficiência energética	Conservação e economia de energia, geração dada própria energia consumindo fontes renováveis como solar e eólica, controlando o calor gerado no ambiente construído e no seu entorno.
Gestão e economia da água	Uso de sistemas que permitam a redução no consumo da água, aproveitando as fontes disponíveis, tratando águas cinzas e utilizando água de chuva, para reaproveitá-las na edificação, tratando os efluentes.
Gestão dos resíduos da edificação	Criar área para disposição de resíduos no edifício, incentivando a reciclagem.
Qualidade do ar e do ambiente interior	Criação de um ambiente interior saudável aos ocupantes, identificando poluentes internos na edificação e controlando sua entrada, garantindo a saúde dos seus ocupantes.
Conforto termo-acústico	Promover a sensação de bem estar quanto a temperatura e sonoridade, através de recursos naturais, elementos de projeto, vedação, paisagismo, climatização, dispositivos eletrônicos e artificiais de baixo impacto ambiental.

Fonte: YULDESON, 2007.

2.5 Certificações ambientais

Com a difusão dos empreendimentos sustentáveis surgiu a necessidade de um sistema para avaliar o desempenho dessas edificações dando à sociedade uma forma de comparativo entre elas. Segundo Silva (2003, apud LIMA), o primeiro sinal da necessidade de avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de Green Design não possuíam meios para avaliar o quão sustentáveis seus edifícios eram de fato.

Segundo Bueno e Rossignolo (2008) as metodologias existentes para avaliação de desempenho ambiental de edifícios podem ser separadas em grupos, de acordo com algumas de suas especificidades. As metodologias LEED, BREEAM e PIMWAQ são classificadas em um primeiro grupo visto que são concebidas para contextos nacionais específicos e estrutura de lista de verificação, são aplicáveis

apenas a essas condições locais. O GBC enquadra-se em um segundo grupo, apresentando uma estrutura que inclui as diferenças entre os vários países e mesmo no interior de cada um deles, permitindo a valorização das peculiaridades e fatores típicos, numa dada região, além do ajuste dos pesos em vários parâmetros. Os sistemas de avaliação com acesso on-line foram agrupados separadamente por se tratar de ferramentas de autoavaliação, visto que o usuário submete o edifício, ele próprio responde ao questionário e então espera o resultado que lhe será enviado. Nessa classificação encontram-se o NABERS e o Green Globes. E isoladamente o sistema de certificação AQUA por se tratar de uma metodologia adaptada especificamente para o contexto regional brasileiro, a partir de um sistema de certificação francês preexistente.

SILVA (2003) indica várias vantagens na adoção de sistemas de certificação ambiental:

- Melhoria da imagem/reconhecimento pelo mercado de empresas e profissionais que adotam práticas de projeto e construção mais sustentáveis
- Aquecimento do mercado para edifícios e produtos de construção com maior desempenho ambiental
- Embasamento da definição e o entendimento do que é um edifício sustentável
- Acesso facilitado a financiamentos, acesso a novos mercados ou fortalecimento do nicho atual, perspectiva de negócios no longo prazo
- Redução de custos no longo prazo (uso de recursos financeiros e naturais) e maior lucratividade, qualidade do ambiente interno e satisfação dos clientes, redução de riscos (inclusive financeiros);
- Estímulo para elevação do nível de desempenho de edifícios novos e existentes
- Conhecimento do estado atual dos impactos de edifícios e atividades, para identificação de oportunidades e definir metas para melhoria.

A seguir, será discorrido sobre as principais certificações ambientais do Brasil voltadas para a construção civil.

2.5.1 LEED - Leadership In Energy And Environmental Design

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), é uma certificação voltada para os padrões internacionais de sustentabilidade. É o principal selo de construção sustentável com atuação em 143 países com obras e operações de edificações, com foco na sustentabilidade de sua atuação. A certificação LEED é concebida pela empresa Green Building Concil (GBC).

Segundo Costa e Moraes (2012), o sistema LEED evoluiu e hoje é dividido em referenciais que buscam atender as particularidades de cada categoria, estas listadas na Tabela 2. Assim, cada referencial adota pontuações com pré-requisitos diferentes, e leva em consideração o ciclo de vida da construção em diferentes etapas, desde a escolha do terreno até a entrega da obra com avaliações feitas através de documentação e auditorias. Em 2010 começou, no Brasil, a atender as normas de acessibilidade a pessoas portadoras de necessidades especiais, uso de aquecimento solar e a individualização da medição de água.

Tabela 2 – Categorias da certificação LEED.

CATEGORIAS	**DESCRIÇÃO**
LEEC CI	Interiores Comerciais
LEED CS	Núcleo e fechamento
LEED EB_OM	Edifícios Existentes: Operação e Manutenção
LEED for Homes	Casas
LEED NC	Novas Construções
LEED ND	Desenvolvimento de Vizinhanças
LEED Schools	Escolas
LEED Retail NC e CI	Varejo
LEED Healthcare	Saúde

Fonte: GBCB apud USGBC, 2011.

Após o cadastro da edificação em uma das categorias, inicia o processo de avaliação do GBC que possui sete dimensões, cada uma com pré-requisitos práticos e recomendações que, quando atendidas garantem pontos, como mostra Quadro 3.

Quadro 3 – Dimensões avaliadas na certificação LEED.

Dimensões	Pré-requisitos
Espaço sustentável	Encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso do carro e das ilhas de calor
Eficiência do uso da água	Promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos
Energia e atmosfera	Promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo simulaçoes energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes
Materiais e recursos	Encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários.
Qualidade ambiental interna	Promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais, com baixa emissão e compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural
Inovação e processos	Incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não decritas nas categorias do LEED. Pontos de desempenho exemplar estão habilitados para esta categoria
Créditos de pioridade regional	Incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local. Quatro pontos estão disponíveis para esta categoria

Fonte: Green Building Council Brasil, 2014 (adaptado pelo autor).

O LEED adota o método de avaliação baseado em pontos e para obter a certificação é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho agrupados em áreas chave, e o peso de cada critério varia de acordo com a tipologia. Para obter a certificação mínima é necessário atingir 40 pontos; a partir de 50 pontos, recebe-se a certificação prata, com 60 pontos, certificado ouro e acima de 80 pontos certificação platina (COSTA; MORAES, 2012).

2.5.2 processo AQUA – Alta Qualidade Ambiental

O sistema de certificação AQUA foi adaptado exclusivamente à realidade brasileira pela Fundação Vanzolini, a partir da certificação francesa HQE - Haute Qualité Environnementale em 2008. Foi criada, mantida e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola politécnica da Universidade de São Paulo.

O processo de certificação tem como objetivo garantir uma boa gestão do projeto para obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou que envolva uma reabilitação utilizando auditorias. Segundo a Fundação Vanzolini (2011), inclui benefícios para o empreendedor, comprador e para a questão sócio-ambiental, listados na Tabela 3.

Tabela 3 – Benefícios do processo AQUA.

Benefícios do Processo AQUA		
Para o Empreendedor	Sócio-Ambientais	Para o comprador
Prova a Alta qualidade Ambiental das suas construções	Menor consumo de energia e água	Economia de água e energia
Diferenciar seu portifolio no mercado	Redução de emissão de gases do efeito estufa	Menores ce condomínio - energia, água, conservação e manutenção
Aumentar a velocidade de vendas ou locação	Redução da poluição	Melhores condições de conforto, saúde e estética
Manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo	Melhores condições de saúde nas edificações	Maior valor patrimonial ao longo do tempo
Associar a imagem da empresa à AQUA	Melhor aproveitamento da infraestrutura local	
Melhorar o relacionamento com órgaos ambientais e comunidades	Menor impacto na vizinhança	
	Melhores condições de trabalho	
	Redução da produção de resíduos	
	Gestão de riscos naturais, solo, água e ar	

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011.

A avaliação do desempenho ambiental do empreendimento segue os referenciais técnicos SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento) que avalia o sistema de gestão ambiental implementado, organizando e controlando todos os processos operacionais de todas as fases do projeto, desde a concepção até a execução e uso. Segundo a Fundação Vanzolini (2017), os fatores a serem considerados são: exigências legais e regulamentadoras, funcionalidade, necessidades e expectativas das partes interessadas, o entorno, custos e política do empreendedor.

Ainda segundo a Fundação Vanzolini (2017), o QAE (Qualidade Ambiental do Edifício) que avalia o desempenho arquitetônico e técnico do edifício. É verificado

em cada fase do empreendimento a adequação das exigências para o desempenho ambiental, dividido em 14 categorias como mostra o Quadro 4.

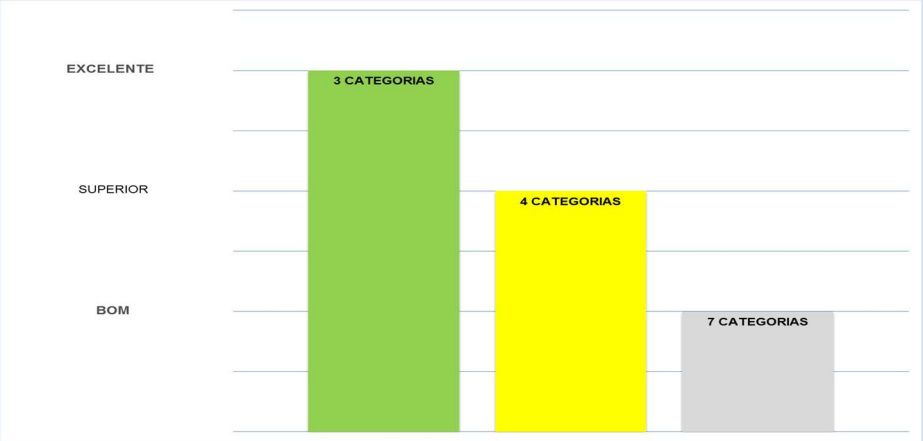
Quadro 4 – Categorias do processo AQUA.

Controle dos impactos sobre o ambiente externo		**Criação de um ambiente interno confortável e saudável**	
Sítio e construção		**Conforto**	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acustico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
Gestão		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia	**Saúde**	
Categoria 05	Gestão de agua	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: Fundação Vanzolini, 2011.

A certificação é obtida e classificada de acordo com o desempenho do empreendimento, em três níveis: Bom (práticas correntes e legislação), Superior (boas práticas) e Excelente (melhores práticas). Sendo exigido por norma um número máximo da classificação Bom e um mínimo de classificação Excelente para que a certificação seja concebida, como ilustra a Figura 2 (LEITE, 2011).

Figura 2 – Exigência mínima para certificação no Processo AQUA.



Fonte: Fundação Vanzolini, 2011 (adaptado pelo autor).

2.5.3 Selo Casa Azul

O selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF) é uma classificação dos projetos habitacionais financiados pela Caixa. Reconhece e classifica as construções que adotam soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos empreendimentos a fim de melhorar a qualidade da habitação e uso racional dos recursos naturais (CEF, 2017).

A avaliação dos projetos sustentáveis foi desenvolvida para a realidade da construção brasileira em 2010. Existem 53 critérios de avaliação divididos em seis categorias, são elas: Qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. O empreendimento deve obedecer 19 critérios obrigatórios e, de acordo com o número de critérios opcionais que forem atendidos, o projeto recebe o selo nível bronze, prata ou ouro. O Quadro 5 mostra os critérios e classificação para a certificação.

Quadro 5 – Resumo de categorias, critérios e classificação do selo Casa Azul (continua).

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	**CLASSIFICAÇÃO**		
1. QUALIDADE URBANA	**BRONZE**	**PRATA**	**OURO**
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório		
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	obrigatório		
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório		

Fonte: CEF, 2010.

Quadro 5 – Resumo de categorias, critérios e classificação do selo Casa Azul (conclusão).

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS	**BRONZE**	**PRATA**	**OURO**
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório		
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório		
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

Fonte: CEF, 2010.

2.5.4 Selo Procel Edifica

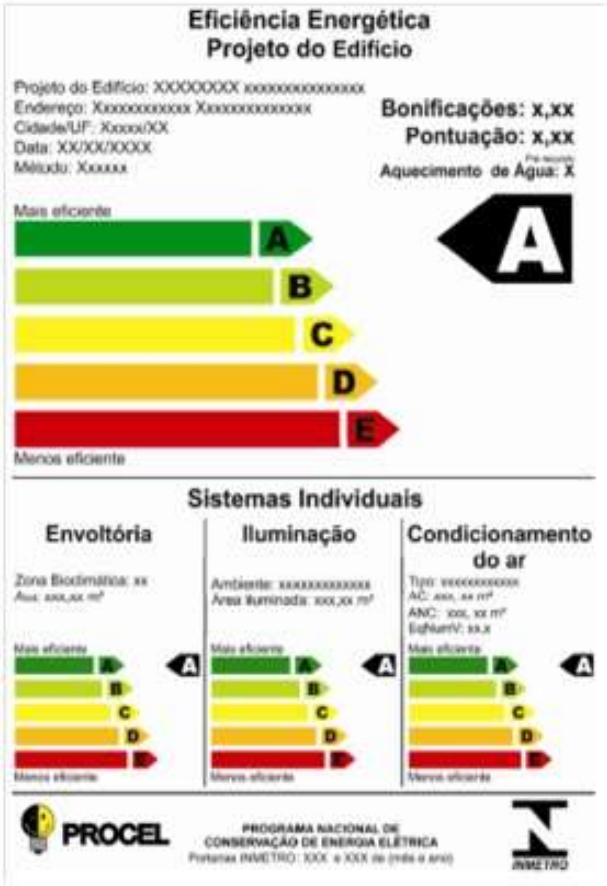
O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA criado em 2003 para atuar junto ao Ministério de minas e Energia com o intuito de promover o uso racional de energia elétrica em edificações desde sua fundação com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente (PROCELINFO, 2017).

Foi desenvolvido um Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética (RTQ) que descreve os requisitos técnicos para avaliação das características do edifício para a sua etiquetagem juto ao Inmetro, o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência energética (RAC) onde constam os parâmetros limites, equações e tabelas necessárias para a avaliação do empreendimento através de 6 vertentes de atuação: Capacitação, Tecnologia,

Disseminação, Regulamentação, Habitação e Eficiência Energética e Planejamento (INOVATECH ENGENHARIA, 2017).

A classificação do nível de eficiência energética de um edifício pode variar de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) de acordo com a pontual total alcançada pelo edifício com base na avaliação de cada sistema individual como ilustra a Figura 3 (PROCELINFO, 2017).

Figura 3 – Selo Procel Edifica.



Fonte: PROCELINFO, 2017.

2.5.5 BREEAM

O BREEAM (BRE ENVIRONMENTAL ASSESMENT METHOD) foi desenvolvido no Reino Unido em 1988 pelo BRE (BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT), sendo o selo mais antigo e um dos requisitados mundialmente.

Este selo é responsável por definir o padrão das melhores práticas em design sustentável e possui critérios para determinar o desempenho ambiental de um edifício novo ou já existente. A certificação BREEAM possui 16 programas disponíveis para

certificar e avaliar as construções e para cada programa são avaliados 10 categorias, representadas no Quadro 7.

Quadro 6 – Categorias BREEAM.

Gestão	**Desperdício**
Comissionamento	Resíduos de construção
Impactos no canteiro de obras	Reciclagem de agregados
Segurança	Postos de reciclagem
Saúde e Bem-estar	**Poluição**
Luz solar	Uso de refrigeração e vazamentos
Conforto térmico dos ocupantes	Riscos de inundação
Acústica	Emissão de NOx
Ar interior e qualidade da água	Poluição dos cursos d'água
Iluminação	Luz exterior e poluição sonora
Energia	**Transporte**
Emissão de CO2	Conectividade de rede de transportes públicos
Baixa ou zero tecnologias de carbono	Instalações para pedestres e ciclistas
Medição de energia	Acessibilidade
Sistema de construção eficiente de energia	Planejamento de viagens e informação
Uso do solo e Ecologia	**Materiais**
Seleção do solo	Impacto do ciclo de vida dos materiais
Proteção das características ecológicas	Reuso de materiais
Mitigação/valorização dos valores ecológicos	Abastecimento responsável
	Robustez
Água	**Inovação**
Consumo de água	Níveis de desempenho exemplares
Detecção de vazamentos	Uso de profissionais credenciados BREEAM
Reuso ou reciclagem de água	Novas tecnologias e processos construtivos

Fonte: JAGGER, 2011 (adaptado pelo autor).

São divididos 100 pontos pelas nove categorias com créditos que variam de peso e a avaliação é feita pela somatória dos pontos atingidos em cada categoria, o que determina a nota final do projeto. A nota mínima é de trinta pontos, as categorias são representadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Categorias e pontos da certificação BREEAM.

CATEGORIAS	PONTUAÇÃO
PASS	30
GOOD	45
VERY GOOD	55
EXCELLENT	70
OUTSTANDING	85

Fonte: INOVATECH, 2017.

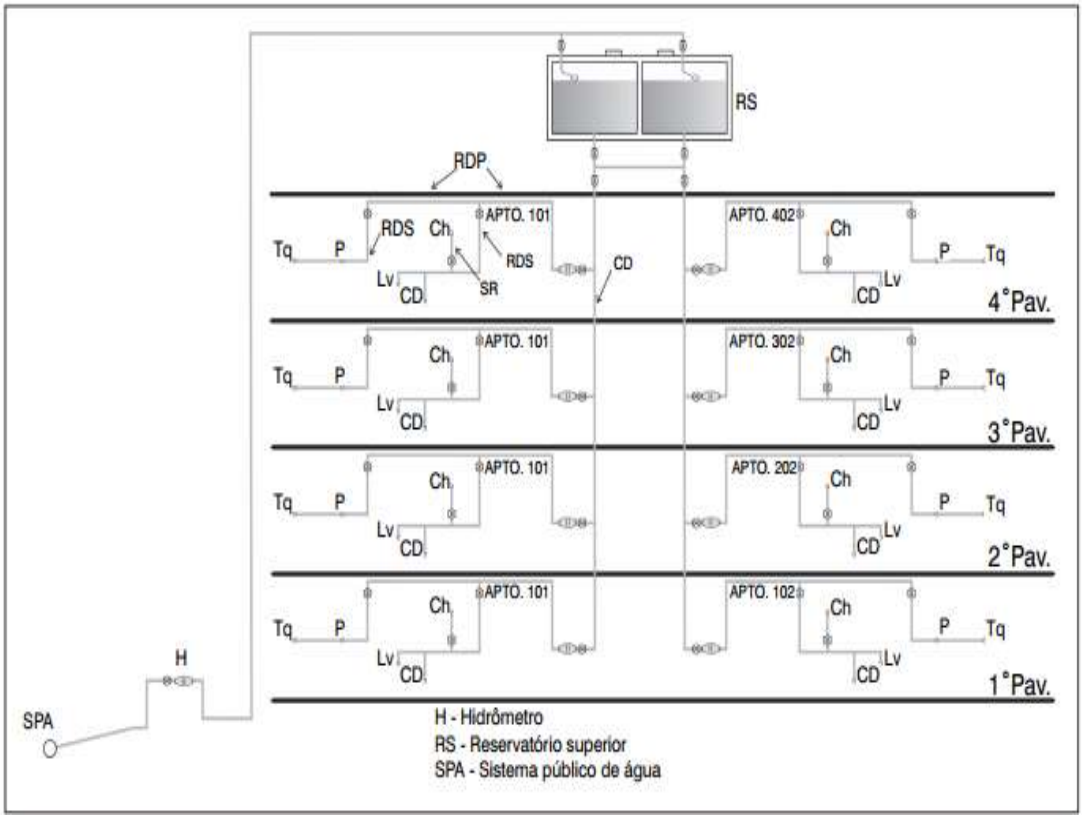
2.6 Tecnologias de projetos hidrossanitários

Umas das formas de economia e conscientização do consumo de água é a medição individualizada, que consiste da instalação de um hidrômetro por unidade de consumo. Desta forma cada unidade tem seu consumo registrado e paga pelo mesmo. Podendo ser implementada tanto em prédios novos quanto os antigos, desde que siga as mesmas características do projeto, caso contrário exige um trabalho mais difícil e demorado na reforma das instalações (TEIXEIRA, 2008).

O fato do consumidor ter em seu poder a conta de água é um inibidor ao desperdício, levando a atitudes de diminuição do consumo, diminuição da inadimplência e providências rápidas quando houver vazamentos.

Os sistemas de medição individualizada (Figura 4) de água são compostos por: coluna de distribuição (CD) que alimenta os hidrômetros quando este tem origem no reservatório superior, ramal de alimentação (RA) sendo o trecho entre a coluna de distribuição e a montante dos hidrômetros, ramal de distribuição principal sendo o trecho a jusante do hidrômetro sem ramificação, ramal de distribuição secundário (RDS) sendo o trecho que alimenta dois ou mais pontos de utilização e sub-ramal (SR) que alimenta um único ponto de utilização (ILHA E OLIVEIRA, 2010).

Figura 4 – Elementos do sistema de medição individualizada.



Fonte: PERES, 2006.

Algumas ações conscientes também podem ajudar na economia de água dentro de casa, como: uso de arejadores nos chuveiros e torneiras, usar a vassoura ao invés da mangueira para limpeza, fazer verificações periódicas nos equipamentos hidráulicos, planejar a lavagem de roupa suja, uso de plantas de jardins que não requerem muita água, regar jardins a noite para evitar a evaporação e preservar as águas evitando jogar óleo na pia ou lixo no vaso sanitário.

Segundo o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), as bacias sanitárias são os itens que mais consomem água, portanto o uso de equipamentos capazes de proporcionar economia de água nas bacias sanitárias é de grande valor ambiental e econômico. Foi criado uma válvula de descarga com dois botões de acionamento que consistem em diferenciar o despejo de líquidos com três litros de água e despejo de sólidos com seis litros de água (MARINS E MOURA, 2015).

Dentre outras tecnologias criadas estão chuveiros com vazão reduzida com acionamento hidromecânico, os tipos ducha, hidromecânicos com controle de vazão

para ajuste de temperatura e os de acionamento através de pedal. Existem, também, torneiras que seguem o mesmo caminho, com redução de vazão, acionadas através de sensor infravermelho, com tempo de fluxo programado, dispositivos com arejadores, automatizadores, prolongadores e pulverizadores (MARINS; MOURA, 2015).

Para um sistema de aquecimento de água, pode ser usado o aquecimento de água por meio de energia solar, tendo uma tubulação de distribuição independente. Esse sistema é composto basicamente por placas coletoras e um reservatório conhecido como boiler e tem como objetivo reduzir gastos, utilizar menos recursos naturais e reduzir a poluição, sendo uma excelente opção para incorporar a um sistema hidrossanitário sustentável (RODRIGUES, 2002 apud MARQUES et al., 2014).

Uma outra forma de economia da água, preservação e racionalização dos recursos hídricos é o reuso de água. Segundo Fiori e Fernandes, (2006) o reuso de água é definido como “ a reutilização da água, que, após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade”.

Segundo May (2006), existem três tipos de reuso de água de acordo com a intensão de uso:

1. Reuso indireto não planejado: Ocorre quando a água, decorrente de alguma atividade humana, é despejada no ambiente e utilizada novamente, de maneira não intencional e não controlada.

2. Reuso direto planejado: Ocorre os efluentes são encaminhados diretamente do seu ponto de descarga até o ponto de reuso, após ser feito o devido tratamento.

3. Reuso indireto planejado: Ocorre quando os efluentes são tratados e depois descarregados no meio ambiente em corpos de águas superficiais ou subterrâneas para serem utilizadas a jusante de maneira controlada e sem descargas de efluentes não tratados no caminho.

A água de reuso de efluente doméstico que não tem contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha são chamadas de águas cinzas e podem ser separados para melhor utilidade e segurança. Segundo Brasil (2005), devem ser destacados cuidados como: sistema hidráulico devidamente identificado e separado do

abastecimento de água potável, pontos de água de reuso com acesso restrito e identificados e reservatórios específicos.

Para Bakir (apud FIORI E FERNANDES, 2003), o reuso de águas cinzas para finalidades não potáveis pode levar a diminuir a construção de estações de tratamento de esgotos (ETE).

Segundo May (2009), o sistema de reuso de águas cinzas (Figura 5) se constitui de:

a) Coletores: condutores verticais ou horizontais que transportam do efluente do chuveiro, lavatório e da máquina de lavar até o sistema de armazenamento;

b) Sistema de armazenamento: composto por reservatórios que armazenam os conteúdos oriundos dos coletores;

c) Tratamento: sistema de tratamento da água coletada para atender as necessidades do seu destino.

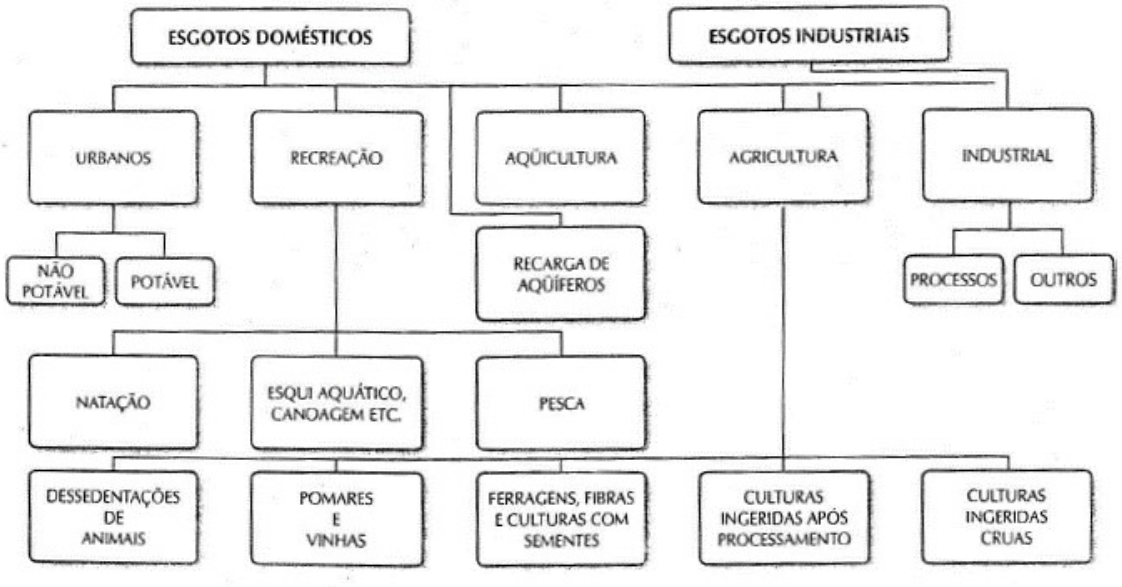
Figura 5 – Esquema do sistema de reuso.

Fonte: BRASIL *et al*., 2005.

As possibilidades de reuso dependem das características, condições e fatores locais, como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais. O tratamento das águas de reuso é definido de acordo com a utilização e uso específicos, o que pode levar a custos incompatíveis

com os benefícios correspondentes. Os principais usos de esgotos tratados possíveis são indicados na Figura 6 (MILLER, 2012).

Figura 6 - Principais usos de esgoto tratado



Fonte: MILLER, 2012.

Ainda segundo Miller (2012), o reuso de águas cinzas para fins potáveis é uma alternativa associada a riscos muito elevados e praticamente inaceitável, principalmente efluentes oriundos de estações de tratamento de polos industriais. Os sistemas de tratamento adequados são avançados e sem a garantia de proteção adequada da saúde pública dos consumidores em razão da grande quantidade de organismos patogênicos e compostos orgânicos sintéticos.

As tecnologias disponíveis para tratamento de águas cinzas são vários, podendo variar em termos de complexidade, performance e eficiência de cada um. Ciciliato (2013), classifica os métodos como:

Métodos simples de tratamento: consiste na recuperação de águas cinzas através de duas etapas, sendo a primeira um processo de filtração grossa ou sedimentação para a separação das partículas sólidas maiores e a segunda consiste em um processo de desinfecção.

Esse processo foi projetado para alcançar padrões menos restritivos como estipulados para o banho, pois após o processo a água continua com grande carga orgânica e turbidez, pouca remoção de contaminantes químicos e biológicos, como

mostra a Tabela 5. Portanto, este processo é empregado, na maioria das vezes, para reuso doméstico (RAPOPORT, 2003).

Tabela 5 - Dados de entrada e saída de tecnologias simples

Local	Construção /aplicação	Tratamento	TDH:h	DQO: mg/L		DBO: mg/L		Turbidez: NTU		SS: mg/L		Coli. Totais: UFC/100mL	
				Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Espanha	Hotel / vaso sanitário	gradeamento + sedimentação + desinfecção	38	171	78	-	-	20	17	44	19	-	
Grã. B	Casa / vaso sanitário	Filtração + desinfecção	-	74	11	-	-	2	1	-	-	mqpc*	46
Grã. B	Casa / vaso sanitário	Filtração + desinfecção	-	157	47	-	-	21	7	-	-	$2x10^5$	13
Grã. B	Casa / vaso sanitário	Filtração grosseira + desinfecção	-	-	166	-	40	-	40	-	35	-	ND
E.U.A	Casa / vaso sanitário e irrigação	Filtro de cartucho	-	-	-	-	-	21	7	19	8	$2x10^8$	$2x10^6$
Austrália	Casa / rega de jardim	Sedimentação + trench	-	-	-	-	-	-	-	405	100	-	-
Austrália	Casa / rega de Jardim	Sedimentação	-	-	-	-	-	-	-	310	195	-	-
Austrália	Casa / rega de jardim	Sedimentação + trench	-	-	-	-	-	-	-	155	76	-	-

* muita quantidade para contar.

Fonte: PIDOU *et al*., apud CICILIATO, 2013.

Métodos químicos de tratamento: consistem em processos de coagulação com alumínio, junto a processos de filtração em areia e carvão ativado granular (GAC). Não são sujeitos a problemas causados por bactericidas e por isso apresentam efluentes de melhor qualidade, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados de entrada e saída de tecnologias químicas

Local	Construção /aplicação	Tratamento	TDH: min	DQO: mg/L		DBO: mg/L		Turbidez: NTU		SS: mg/L		Coli. Totais: UFC/100mL	
				Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
G.Bretanha	Escala de laboratório	Oxidação por fotocatálise (TiO_2/UV)	< 30	139-660*	26-139*	-	-	-	-	-	-	10^6	0
Eslovênia	Estação piloto	Coagulação + filtro de areia + filtro de carvão ativado	~40	280	20	195	10	-	-	35	< 5	-	-
Taiwan	Etação piloto	Eletro-coagulação + desinfecção	~ 20 (28 m3/dia)	55	22	55	9	43	4	29	9	5100**	ND*

* como COT

** não detectável; como E. coli

Fonte: PIDOU *et al*., apud CICILIATO, 2013.

Métodos físicos de tratamento: consistem em processos de filtração, podendo suceder uma etapa de desinfecção. Essa etapa de filtração envolve métodos

e tecnologias mais complexas que as usadas nos métodos simples. Podem ser empregados dois tipos de filtros: os filtros de areia e os filtros de membrana.

Métodos físicos apresentam efluentes claros e com grande diminuição de carga orgânica, diminuindo, assim, problemas causados com cloração. O processo de membranas gera efluentes com baixa turbidez, contudo a demanda de energia é mais alta que pode ser agravada pela obstrução dos poros por poluentes (CICILIATO, 2013).

Métodos biológicos de tratamento: consiste na remoção de matéria biodegradável em sistemas de larga escala com produção de efluentes com alta qualidade. Por si só não é suficiente para garantir a redução de contaminação, para isso se faz uso de um tratamento físico de sedimentação ou gradeamento.

Vários são os processos biológicos, como: MBR (bioreator de membrana) que combina filtração profunda com reator biológico e BAF (filtro biológico aerado) que combina processo de lodo ativado com microfiltração.

Métodos eletroquímicos de tratamento: consiste em três mecanismos de atuação: eletrocoagulação (EC), eletroflotação (EF) e eletrooxidação (EO) que funcionam juntos a um reator eletroquímico (eletrolisador), promovendo a desinfecção do efluente atuando sobre os agentes patogênicos.

Ciciliato (2013) conclui, que a eficiência do tratamento eletroquímico de remoção de cor, DQO e turbidez de águas cinzas de lavanderia é determinada pela capacidade de eletroflotação em eliminar partículas sólidas a partir de processos anódicos.

Método por zona de raízes (Wetlands): Segundo Ferreira (2005), uma forma de viabilizar o reuso de águas cinzas é utilizando tratamento de esgotos, mais especificamente usando zonas de raízes. Este processo consiste no reaproveitamento de efluentes domésticos após tratamento biológico de fluxo horizontal que, após saírem de um tratamento prévio com tanque séptico passam por uma área de terreno preparada com cultivo de determinada espécie vegetal que, segundo Kuviatkoski *et al.* (2004 apud FERREIRA, 2004), são mais de cento e cinquenta espécies com resultados satisfatórios, com destaque para: *Pharabmites australis; Typha latifoia; Acorus calamus; Iris pseudocorus; Schoenaplectus lacustris, Papirus sp*.

Este sistema por se tratar de um processo basicamente biológico, não utiliza produtos químicos, equipamentos, energia e não produz metano, portanto não

há mau cheiro resultantes de processos anaeróbios (MACIEL, 2003 apud FERREIRA, 2005).

Tabela 7 - Limites estabelecidos para reúso em descarga de vasos sanitários - normas internacionais

		Tratamento	PARÂMETROS							
			pH	DBO_5 (mg/L)	SST (mg/L)	Turbidez (NTU)	Coli. Total (ufc/100mL)	Coli. Fecal (ufc/100mL)	Cloro livre Cl2	Cloro residual (mg/L)
1 EPA (uso urbano irrestrito)	Arizona	Secundário, Filtração e Desinfecção	-	-	-	2 (méd) 5 (máx)	-	ND (méd) 23 (Máx)	-	-
	Califónia	Oxidação, Coagulação, Filtração e Desinfecção	-	-	-	2 (méd) 5 (máx)	2,2 (méd) 23 (Máx)	-	-	-
	Flórida	Secundário, Filtração e Alto nível de Desinfecção	-	20	5	-	-	ND (75%) 25 (Máx)	-	-
	Hawaii	Oxidação, Filtração e Desinfecção	-	-	-	2 (máx)	-	2,2 (méd) 23 (Máx)	-	-
	Nevada	Secundário, Desinfecção	-	30	-	-	-	2,2 (méd) 23 (Máx)	-	-
	Texas	-	-	5	-	3	-	20 (méd) 75 (Máx)	-	-
	Washington	Oxidação, Coagulação, Filtração e Desinfecção	-	30	30	2 (méd) 5 (máx)	2,2 (méd) 23 (Máx)	-	-	-
2	Austrália	Desinfecção	-	< 10 (90%) 20 (máx)	< 10 (90%) 20 (máx)	-	<1	<10 (90%) 30 (Máx)	0,5-2,0 (90%) 2,0 (máx)	-
3	South Australia	Secundário, filtração terciária e desinfecção	-	< 20	< 10	2 (méd) 5 (máx)	< 10	-	-	-
4	Alemanha - guideline		6 - 9	20	30	1 - 2	500	100	-	-
	WHO		-	-	-	-	1000 (m) 200 (g)	-	-	-
5	Japão		6 - 9	10	-	5	10	10	-	-
6	Padrões Canadenses propostos		-	30	30	5	200	200	-	> 1

1 - EPA (2004)
2- NSW health, 2005
3 - Citado em: KAYAALP (1996)
4 - Citado em: JEFFERSON (1999).
5 - Citado em: LAZAROVA (2003)
6 - CMHC (2004)
m - mandatory
g - guideline

Fonte: BAZZARELA, 2005.

Tabela 8 - Limites estabelecidos para reúso em descargas de vasos sanitários - normas brasileiras.

Parâmetros	Manual de "Consevação e reúso de água em edificações " Classe 1 (FIESP, 2005)	NBR 13.969/97 item 5.6.4 Classe 3
pH	6,0 - 9,0	-
Cor (UH)	≤ 10	-
Turbidez (NTU)	≤ 2	< 10
Óleos e Graxas (mg/L)	≤ 1	-
DBO (mg/L)	≤ 10	-
Coliformes Fecal (NMP/100mL)	Não detectáveis	< 500
Compostos Orgânicos Voláteis	Ausentes	-
Nitrato (mg/L)	≤ 10	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	≤ 20	-
Nitrito (mg/L)	≤ 1	-
Fósforo Total (mg/L)	≤ 0,1	-
SST (mg/L)	≤ 5	-
SDT (mg/L)	≤ 500	-

	Água de Chuva	Água cinza	Esgoto Sanitário
Contenção	Lei Nº 13.276/2002 -São Paulo/SP	-	-
Uso predial	Lei Nº 10.785/2003 -Curitiba/PR Lei Nº 13.276/2002 -São Paulo/SP Lei Nº 6.345/2003 - Maringá/PR	Lei Nº 10.785/2003 -Curitiba/PR Lei Nº 6.345/2003 - Maringá/PR	NBR 13.969/1997
Urbano	-	-	Lei Nº 6.076/2003 -Maringá/PR Lei Nº 13.309/2002 -São Paulo/SP NBR 13.969/1997

Fonte: BAZZARELA, 2005.

Segundo Bazzarella (2005), existem poucas legislações no Brasil que incentivam a prática de reuso, determinam seus limites e regulamentam o uso de fontes alternativas de águas, a Tabela 7 mostra os limites estabelecidos para uso em descargas de bacias sanitárias para normas internacionais e a Tabela 8 de acordo com as normas brasileiras.

O reuso de águas cinzas para uso não potável no perímetro urbano envolve riscos menores, mas que devem ter alguns cuidados especiais quando em contato direto com o público em gramados de parques, jardins, hotéis, áreas turísticas e campos de esportes (MILLER, 2012).

O manual de conservação e reuso de águas elaborado por Sautchuk *et al.* (2005) indica os tipos de tratamentos de acordo com o uso (Tabela 9) e determina as seguintes exigências mínimas para uso de água não-potável para as seguintes atividades:

A. Água para irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos:
   - Não deve apresentar mau-cheiro;
   - Não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;
   - Não deve ser abrasiva;
   - Não deve manchar superfícies;
   - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

B. Água para descarga em bacias sanitárias:
   - Não deve apresentar mau-cheiro;
   - Não deve ser abrasiva;
   - Não deve manchar superfícies;
   - Não deve deteriorar os metais sanitários;
   - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

C. Água para refrigeração e sistema de ar condicionado:
   - Não deve apresentar mau-cheiro;
   - Não deve ser abrasiva;
   - Não deve manchar superfícies;
   - Não deve deteriorar máquinas;
   - Não deve formar incrustações.

D. Água para lavagem de veículos:
   - Não deve apresentar mau-cheiro;
   - Não deve ser abrasiva;
   - Não deve manchar superfícies;
   - Não deve conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;
   - Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

E. Água para lavagem de roupa:

- Deve ser incolor;
- Não deve ser turva;
- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Deve ser livre de algas;
- Deve ser livre de partículas sólidas;
- Deve ser livre de metais;
- Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

F. Água para uso ornamental:
- Deve ser incolor;
- Não deve ser turva;
- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

G. Água para uso em construção civil: na preparação de argamassas, concreto, controle de poeira e compactação de solo:
- Não deve apresentar mau-cheiro;
- Não deve alterar as características de resistência dos materiais;
- Não deve favorecer o aparecimento de eflorescências de sais;
- Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Tabela 9 – Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.

Usos pontenciais	Fontes alternativas de água			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + chuveiro
Lavagem de roupas Descargas em bacias sanitárias Limpeza de pisos Irrigação, rega de jardins Lavagem de veículos Uso ornamental	A + B + F + G	C ou D + F C + F + G C ou D + F + G	(D ou E) + B + F + G	(D ou E) + B + F + G

* Os sistemas de tratamento sugeridos devem ser verificados para cada caso específico.
Obs: Para os fins relacionados à construção civil e refrigeração de máquinas os tratamentos devem ser avaliados a cada caso particular.

Tratamentos convencionais:

A = Sistema físico: gradeamento

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

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

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

E = Sistema aeróbico de tratamento biológico lodos ativados

F = Desinfecção

G = Correção de pH.

Fonte: Sautchuk *et al*., 2005.

2.7 Tecnologias de projetos pluviais sustentáveis

Sistemas de reuso de água das chuvas podem ser utilizados: para fins domésticos com uso em descarga de vasos sanitários, lavagem de carros e assoalhos, irrigação de jardins e sistemas de combate a incêndio, para fins comerciais e industriais em processos de climatização, resfriamento de maquinários, lavagem industrial de roupas, lavagem de veículos como carros, ônibus e caminhões e limpeza industrial (TASSI; TASSINARI, 2005).

Ainda segundo Goldenfum (apud TASSI; TASSINARI, 2005), a captação de água da chuva é feita, geralmente, da precipitação que incide sobre uma superfície impermeável como telhados, lajes, pátios e áreas de estacionamento, o armazenamento é feito em cisternas ou reservatórios apoiados, enterrados ou elevados construídos de materiais como: concreto armado, alvenaria de tijolos, blocos de concreto, aço, plástico, poliéster e polietileno (MAY, 2009). Por fim é feito o devido tratamento. Este sistema de armazenamento traz vantagens como qualidade

ambiental e controle de enchentes, pois impede que essa água seja lançada na rede de drenagem pluvial.

Segundo Iwanami (1985 apud MAY, 2009) deve-se fazer um planejamento da utilização de um sistema de reuso de águas pluviais, para que o mesmo não se torne uma alternativa onerosa verificando a quantidade de água que poderá ser coletada, armazenada e a necessidade de tratamento para que garanta uma qualidade compatível com seu uso.

Segundo o manual de conservação e reuso de águas elabora Sautchuk *et al.* (2005), a metodologia básica para implantação de um sistema de reuso de águas pluviais consiste nas seguintes etapas:

• determinação da precipitação média local (mm/mês) estabelecida em função de dados mensais publicados em nível nacional, regional ou local;

• determinação da área de coleta;

• determinação do coeficiente de escoamento superficial;

• caracterização da qualidade da água pluvial,

• projeto do reservatório de descarte;

• projeto do reservatório de armazenamento;

• identificação dos usos da água (demanda e qualidade);

• estabelecimento do sistema de tratamento necessário;

• projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações etc.).

Para não comprometer a qualidade da água, é feito o descarte de uma quantidade de água para a lavagem do telhado, de acordo com a norma são 2 mm de água por metro quadrado de área de coleta. Este sistema de descarte possui um divisor proporcional de vazão, responsável por recolher e descartar quatro vezes mais a quantidade de água recolhida. É usado junto a esse sistema um reservatório de volume conhecido pré-determinado responsável por estabelecer sempre o mesmo volume de água a ser descartado. Para complementar o sistema de descarte é utilizado dispositivos elétricos para controle das válvulas de descarte operadas simultaneamente com a válvula principal (LAGEMANN, 2012).

Para escolha e dimensionamento das calhas e condutores devem atender à ABNT NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais, considerando o período de retorno escolhido, a vazão de projeto e a intensidade pluviométrica. Deve-se, também, instalar dispositivos para remoção de detritos como grades ou telas.

O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais. Devem ser considerados o volume de água aproveitável, extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. E quando o reservatório receber água potável de outra fonte deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada.

Segundo Lagemann (2012), após o descarte dos primeiros litros, a água que é direcionada para o reservatório encontra-se limpa, mas é recomendável que passe uma peneira fina para a retirada de partículas maiores de sujeira, além de um cesto clorador acoplado a uma boia para desinfecção da água para atender os parâmetros indicados na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetros	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100ml
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100ml
Cloro residual livre *	Mensal	0,5 a 3,0 mg/l
Turbidez	Mensal	< 2,0 ut **, para usos menos restritivos < 15ut
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uh ***
Deve prever ajuste de ph para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	Ph de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

* No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

** uT é a unidade de turbidez
*** uH é a unidade Hazen

Fonte: ABNT NBR 15527 - Água da chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, 2007.

Segundo o manual de conservação e reuso de águas elaborado por Sautchuk *et al*. (2005), os tratamentos utilizados podem ser o sistema físico por gradeamento, sedimentação, filtração simples através de decantador ou filtro de areia, desinfecção ou correção de pH.

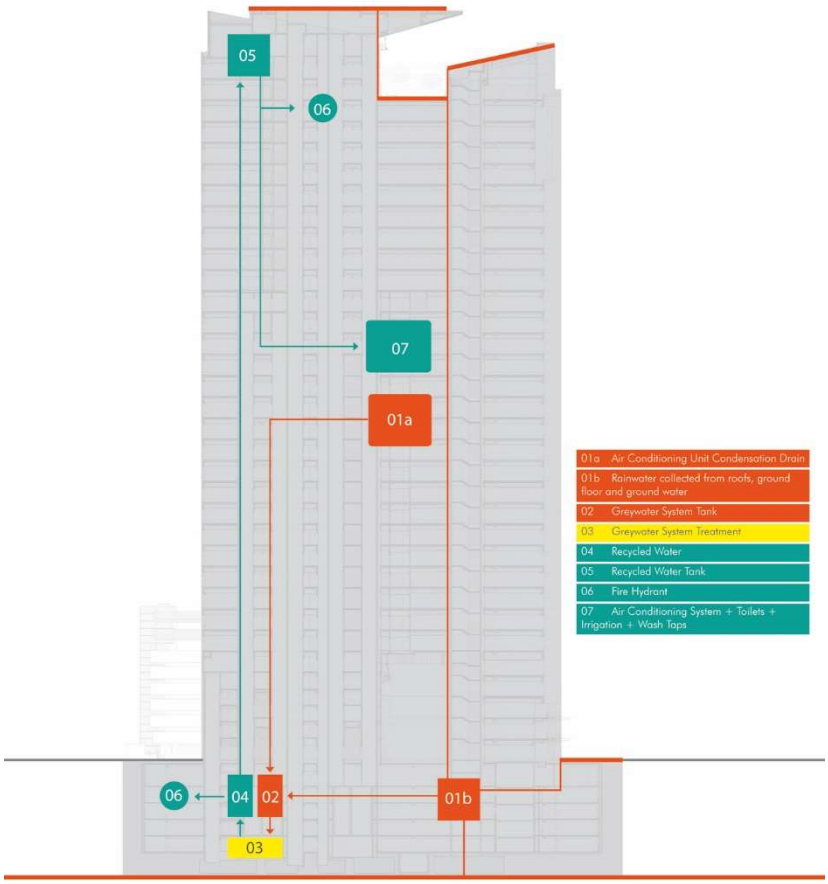
2.8 Exemplos de edifícios sustentáveis

Segundo Ferreira (2005), o Brasil começou seus estudos sobre o reuso da água em 1992, pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Muitas indústrias já faziam o reuso de água em seus territórios através de tratamento de esgoto sanitário.

O Brasil está entre os países que mais investe em empreendimentos sustentáveis. Com destaque para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná.

O Eco Berrini desde a sua concepção até execução buscou inovar na implantação de tecnologias sustentáveis, recebendo a certificação LEED Gold. Tecnologias como espaço sustentável para acessibilidade e circulação de pedestres, tratamento e reaproveitamento de águas cinzas (Figura 7), eficiência energética, com fachadas envidraçadas para o aproveitamento de luz natural, gestão de resíduos e consumo racional de materiais na obra (HELM, 2012).

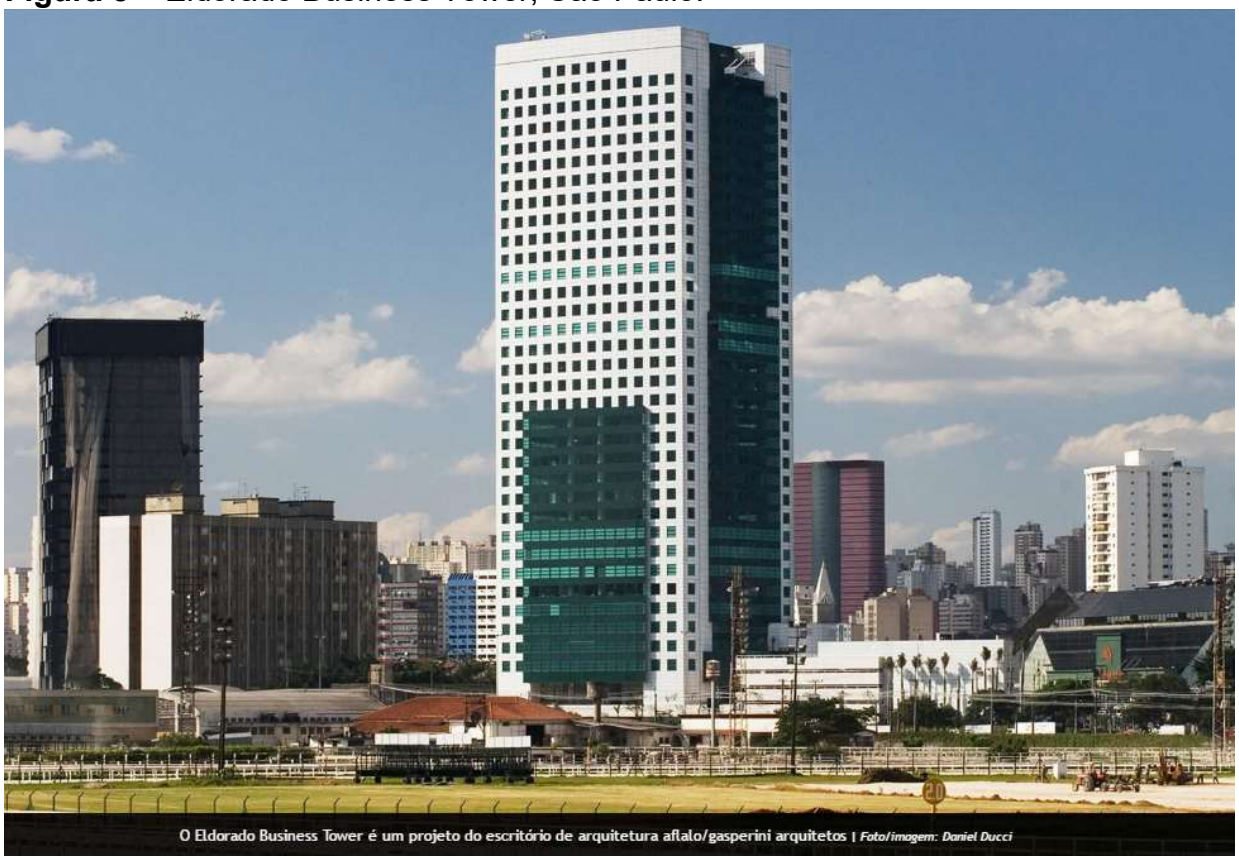
Figura 7 - Projeto Hidrossanitário de reuso de águas cinzas.



Fonte: HELM, 2012.

Localizado na avenida Nações Unidas, em São Paulo, o Eldorado Business Tower (Figura 8), recebeu o selo LEED em 2009. Dentre as soluções sustentáveis adotadas estão a utilização de torneiras automáticas, restritores de vazão e bacias sanitárias com sistema dual flush. Além disso, há o sistema de reuso de água da chuva e condensação do ar condicionado, o que faz com que 100% da água usada no paisagismo e na limpeza das garagens seja reaproveitada. Para otimizar o uso da energia elétrica, os elevadores possuem sistema de frenagem regenerativa, o que acarreta em economia de até 37% em comparação aos elevadores convencionais (Haydée, 2014).

Figura 8 – Eldorado Business Tower, São Paulo.



Fonte: Galeria da Arquitetura, 2017.

Em são luís o Hotel Ibis (Figura 9), localizado na avenida dos holandeses, bairro Calhau, introduz o programa chamado Planet 21 junto ao grupo AccorHotels implementando tecnologias sustentáveis como controladores de fluxo de torneiras, lâmpadas ecológicas, painéis solares para aquecimento de água, recuperação de água da chuva para paisagismo e banheiros e equipamentos para economia de água na lavanderia.

Figura 9 - Ibis Hotel localizado em São Luís.

Fonte: ACCORHOTELS, 2017.

2.9 Norma e legislação

No Brasil, a preocupação com a qualidade nos processos de concepção e execução das obras tem se tornado mais criteriosas e o cliente está mais informado quanto às normas e com isso tornaram-se mais exigentes. Sabendo disso, as empresas construtoras vêm procurando formas de se manter no mercado competitivo obedecendo as legislações e implantando ações preventivas para evitar a incidência e causas de patologias dentro de seus empreendimentos (PAIXÃO et al., 2016).

Segundo o Ministério da saúde, por meio da portaria nº 2914 elaborada em 2011 “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água”. Esta portaria define e estabelece os deveres e responsabilidades nos níveis federal, estadual e distrito federal e municipal para controle e vigilância dos padrões de qualidade por parte de quem produz e distribui a água para consumo humano.

As normas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) regulam todos os materiais e serviços necessários para a execução de um empreendimento. Quando um edifício se torna um produto de compra e venda tal empreendimento se sujeita ao Código de Defesa do Consumidor (lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990).

“É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços (...) colocar no mercado de consumo qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas (...) pela Associação Brasileira de Normas Técnicas” (BRASIL, 1990).

Quando um produto não segue uma recomendação, requisito ou prescrição gera uma não conformidade ocasionando patologias. Por essa razão são adotadas ações de prevenção para evitar a manifestação de patologias potenciais de projeto.

A NBR 5626 - Instalação predial de água fria estabelece os parâmetros a ser observados durante a concepção e execução de um projeto hidráulico de modo que durante a vida útil do empreendimento atendam a requisitos como:

a) preservar a potabilidade da água;

b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;

c) promover economia de água e de energia;

d) possibilitar manutenção fácil e econômica;

e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;

f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

A NBR 8160 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução estabelece as exigências e recomendações ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário afim de oferecer a mínima higiene, conforto, qualidade e segurança aos usuários desses sistemas.

Quando não houver rede pública de esgoto sanitários, os resíduos líquidos, sólidos ou qualquer estado de agregação da matéria provenientes de edificações só poderão ser despejados em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, após receberem tratamento adequado e respeitada a legislação de proteção do Meio Ambiente, admitindo-se o uso de fossas sépticas e filtros biológicos regulados pelas normas NBR 7229 - Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos e NBR 13969 - Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos – Projeto, Construção e Operação.

A NBR 10844:1989 (Instalações prediais de águas pluviais) estabelece as exigências e critérios necessários para os projetos, execução e uso das instalações

de drenagem pluvial visando garantir níveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto e segurança para os usuários. Para a elaboração de um projeto de drenagem de águas pluviais deve-se consultar a concessionária local, a prefeitura municipal ou o órgão competente do município para identificar a existência de redes públicas de drenagem e a sua capacidade de escoamento.

Os seguintes critérios devem ser seguidos, sempre que possível:

I. Garantir de forma homogênea, a coleta de águas pluviais, acumuladas ou não, de todas as áreas atingidas pelas chuvas;
II. Conduzir as águas pluviais coletadas para fora dos limites da propriedade até um sistema público ou sistema de captação para reaproveitamento da mesma, nos pontos onde não haja exigência de uso de água potável;
III. Não interligar o sistema de drenagem de águas pluviais com outros sistemas como esgoto sanitário e água;
IV. Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer trecho da instalação através de caixas de ligação e poços de visita, sem que seja necessário danificar ou destruir parte das instalações.

A NBR 15.575 de 2013 estabelece os parâmetros de desempenho, com exigências de conforto e segurança de imóveis residenciais. A norma de desempenho de edificações é dividida em seis partes, são elas: requisitos gerais do projeto e obra, sistema de estrutura, pisos, cobertura, vedação e sistemas hidrossanitários. Para cada um destes sistemas a norma estabelece critérios objetivos de qualidade e os procedimentos para medir se os sistemas atendem aos requisitos e alcancem a vida útil e desempenho para os quais foram projetados.

Além das normas NBR, existe o licenciamento ambiental que de acordo com o art. 1º da Resolução nº 237 de 1997 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) define como “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais , consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

O licenciamento é de grande importância para garantir a qualidade ambiental abrangendo a saúde pública, o desenvolvimento econômico com uso

racional e sustentável dos recursos naturais, redução de impactos ambientais, preservação da biodiversidade e promoção do desenvolvimento sustentável além de possibilitar estratégias de desenvolvimento econômico e social. As atividades ou empreendimentos sujeitas obrigatoriamente ao licenciamento estão contidas no Anexo 1 da resolução 237 de 1997.

Segundo a SEMMAM (Secretaria Municipal do Meio Ambiente) o licenciamento ambiental no município de São Luís – MA passou a ser obrigatório às atividades potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente e são regulamentadas pela Lei Municipal nº 4.730/06 observada a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) é responsável por emitir a licença ambiental que vistoria e estabelece as normas para a atividade não se tornar poluidora. Pautada na lei estadual nº 5.405 de abril de 1992, os empreendimentos que utilizarem ou explorarem os recursos naturais causando danos degradadores no meio ambiente estarão sujeitos à interdição pelas autoridades governamentais. Segundo o artigo 28 desta lei, “A execução de obras, atividades, empreendimentos e exploração de recursos naturais de qualquer espécie quer pelo setor público, quer pelo privado, somente serão admitidas se houver resguardo do meio ambiente ecologicamente equilibrado”.

2.10 Incentivos para sustentabilidade para projetos e obras

Adotar tecnologias sustentáveis em edifícios novos ou já existentes pode acarretar em incentivos fiscais oferecidos pelos poderes federal, estadual e municipal concedidos às pessoas jurídicas ou físicas. Segundo o Boletim de Tendências elaborado pelo SEBRAE em 2015 os incentivos podem ser: redução ou isenção de impostos para empresas que investem em sustentabilidade, tributação aplicada conforme critérios ambientais, maior repasse para municípios que investem em sustentabilidade e incentivos em infraestrutura, como a doação de terrenos (BRASIL, 2015).

Em 2013 foi sancionada a lei nº 12.836/13 que garante um estímulo aos governos desenvolverem incentivos para edificações urbanas e loteamentos que utilizam de práticas sustentáveis e objetivem a redução de impactos ambientais e a economia de recursos naturais como escrito no Art. 32 inciso III “a concessão de

incentivos a operações urbanas que utilizam tecnologias visando a redução de impactos ambientais, e que comprovem a utilização, nas construções e uso de edificações urbanas, de tecnologias que reduzam os impactos ambientais e economizem recursos naturais, especificadas as modalidades de design e de obras a serem contempladas".

Em 2015, foi criado o Mapeamento de Incentivos Econômicos para a Construção Sustentável publicada no Encontro Nacional da Indústria da Construção (ENIC) com os principais incentivos proporcionados pelo poder público, divididos em cinco categorias:

1. Pagamentos por serviços ambientais que regulam os pagamentos para pessoas físicas e jurídicas que atuam como provedores, mediadores ou pagadores de serviços ambientais ou ecossistêmicos;
2. Ecoeficiência que regula a criação de programas que tem como objetivo a redução do consumo de energia através do uso de fontes renováveis, técnicas e produtos eficientes, como o Proenergia;
3. IPTU Verde que concede descontos sobre o valor do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para incorporadores e proprietários que adotarem tecnologias sustentáveis em seus empreendimentos, que podem variar de acordo com o nível de certificação obtido pelo imóvel;
4. Mudanças climáticas são legislações focadas nos problemas de mudanças do clima presentes em leis estaduais e federais como exemplo a lei 12.187/09 que estabeleceu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) com o objetivo de promoção de implantação e desenvolvimento de novas tecnologias de baixas emissões de gases do efeito estufa e padrões de consumo e produção, redução de emissões antrópicas por sumidouros, promover a adaptação à mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas social, ambiental e econômico;
5. E por fim, a preservação, conservação e recuperação do Meio Ambiente estimulando, principalmente a manutenção dos recursos hídricos e a biodiversidade dos Estados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados do dimensionamento do sistema de reuso de água da chuva do edifício sede da SEFAZ-MA, unidades de tratamento e aparelhos hidrossanitários sustentáveis nesse mesmo prédio.

3.1 Projeto de drenagem pluvial

Neste item serão descritos os componentes do sistema de drenagem pluvial para captação de água da chuva, sistemas de tratamento e armazenamento.

3.1.1 Condutores verticais e horizontais

O projeto de reuso de águas cinzas foi elaborado utilizando a coleta de águas das chuvas através do telhado constituído de duas áreas de materiais diferentes, uma composta de telha metálica trapezoidal e outra de policarbonato, com uma calha impermeabilizada de concreto com inclinação de 0,5%.

As tecnologias utilizadas no projeto iniciam com o uso de um sistema de gradeamento metálico junto às colunas pluviais, na calha, para evitar a entrada de materiais grosseiros.

As colunas de água pluvial foram admitidas de material PVC rígido branco e, para os condutores horizontais enterrados do térreo, tubos de polietileno de alta densidade (PEAD), cujo dimensionamento pode ser visto no Apêndice B. Os tubos PEAD são utilizados com maior eficiência em saneamento por sua grande resistência mecânica, são flexíveis e atóxicos para transportar a água com qualidade (TIGRE S.A., 2017).

3.1.2 Caixas de passagem

As caixas de passagem foram distribuídas a cada vinte metros de comprimento das tubulações enterradas e nas mudanças de direção. Foram utilizadas caixas de passagem de 80x80cm de alvenaria de tijolos cerâmicos, com fundo e tampa de concreto, chapiscada internamente com argamassa. São responsáveis por permitirem o fácil acesso para manutenção (BORGES; BORGES, 1992).

3.1.3 Dispositivo de descarte das primeiras águas

A utilização de um reservatório de volume conhecido para o descarte das primeiras águas da chuva é responsável pela limpeza da atmosfera e do telhado que pode conter gravetos, sementes e sólidos suspensos e dissolvidos originados de fezes de pássaros, gatos e roedores, material particulado fino sedimentado a partir de suspensão aérea, além de microrganismos patogênicos presentes em águas de coberturas, conforme mostram pesquisas em cursos no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (ALVES; ZANELLA, 2008).

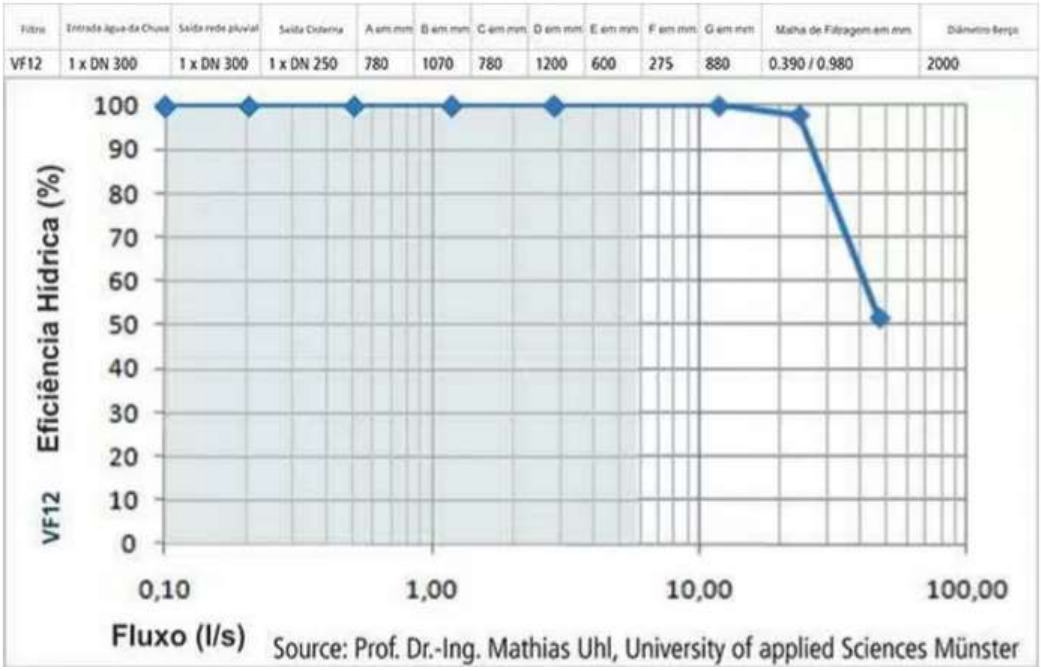
3.1.4 Filtro autolimpante V12 Acquatec

Para a filtragem das águas foi admitido um filtro autolimpante (Figura 10) com capacidade para coleta de telhados de até 3000 m² VF12 da Acquasave, com uma eficiência hídrica de 100% funcionando com um fluxo de até 10 l/s, como mostra a Figura 11.

Figura 10 - Filtro autolimpante VF12 Acquasave.

Fonte: Ecocasa, 2017.

Figura 11 - Gráfico de eficiência hídrica do filtro autolimpante VF12



Fonte: Ecocasa, 2017.

3.1.5 Reservatório inferior

Segundo o manual de conservação e reuso de águas elaborado Sautchuk *et al.* (2005), para a implantação de um sistema de águas pluviais deve-se levar em consideração a precipitação média local que é calculada através da Tabela 5 da norma NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais, com os dados de São Luís com uma intensidade pluviométrica de 126 mm/h (Anexo A).

A área de captação do edifício da SEFAZ – MA é de 2444,0 m², possibilitando assim uma coleta de até 620,12 m³ de água ao mês (Tabela 11), calculada através do método Rippl, como representado no Apêndice A.

Tabela 11 - Dimensionamento de reservatório pelo método Rippl.

Meses	Chuva média Mensal (mm)	Demanda constante mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume da chuva mensal (m³)	Diferença entre o vol. Da demanda e vol. da chuva (m)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m³)	Obs.
Janeiro	244,00	635,76	2444,00	477,07	158,69	10,93	S
Fevereiro	373,00	635,76	2444,00	729,29	-93,53	-230,36	S
Março	428,00	635,76	2444,00	836,83	-201,07	-579,18	E
Abril	476,00	635,76	2444,00	930,68	-294,92	-1021,86	E
Maio	317,00	635,76	2444,00	619,80	15,96	-1153,66	E
Junho	173,00	635,76	2444,00	338,25	297,51	-1003,91	E
Julho	131,00	635,76	2444,00	256,13	379,63	-772,04	D
Agosto	29,00	635,76	2444,00	56,70	579,06	-340,74	D
Setembro	23,00	635,76	2444,00	44,97	590,79	102,29	D
Outubro	8,00	635,76	2444,00	15,64	620,12	574,65	D
Novembro	11,00	635,76	2444,00	21,51	614,25	1041,14	D
Dezembro	77,00	635,76	2444,00	150,55	485,21	1378,59	D
∑		7629,12		4477,41			
E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando S: nível de água subindo							

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se, de acordo com a Tabela 11, que a quantidade de água de demanda anual é de 7629,12 m³/ano e o volume total da chuva é menor com um valor de 4477,41 m³/ano, não sendo capaz de suprir a demanda anual de água para a edificação. O reservatório para regularizar a água por aproximadamente 29 dias deve possuir um volume de 620,12 m³.

Foi previsto um clorador no reservatório para a desinfecção da água. O cloro quando adicionado na água forma o ácido hipocloroso de efeito residual e enquanto oxidante reage com a matéria orgânica dissolvida reduzindo a demanda

biológica de oxigênio (DBO) e clarifica a água deixando-a hábil para reuso (TOMAZ, 2009).

3.1.6 Filtro de areia

Após o processo de filtração foi inserido um filtro de areia para a retirada de bactérias, partículas em suspensão, resíduos de encanamentos e outras impurezas, diminuindo a turbidez e melhorando a cor (TOMAZ, 2017).

3.2 Projeto hidráulico de reuso de água para fins não potáveis

O projeto hidráulico foi elaborado para atender as demandas das bacias sanitárias, tanques e mictórios. A seguir, serão listados os materiais, aparelhos e tecnologias inseridos ao projeto.

3.2.1 Bomba de recalque

Foi utilizada uma bomba de recalque de 3/4” para elevar a água para o reservatório superior de onde será distribuída para os pontos de utilização, cujo dimensionamento pode ser visto no Apêndice C.

3.2.2 Tubulação e conexões

As tubulações e conexões foram admitidas de material rígido soldável marrom e registros de gaveta roscáveis que proporcionam resistência, segurança, durabilidade e pressão de serviço de 75 m.c.a, cujo dimensionamento pode ser visto no Apêndice C (TIGRE S.A., 2017).

3.2.3 Reservatório superior

Utilizando um reservatório em poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), horizontal com alta resistência mecânica, estanque e resistente ao desenvolvimento de micro-organismos. A dimensão do reservatório superior foi calculada considerando uma reserva de água de um dia para posterior distribuição

para os pontos de utilização, com um volume de 40 m³, cujo dimensionamento é representado no Apêndice A (FIBRATEC, 2017).

3.2.4 Ramais de utilização e tecnologias

Sabendo-se que o prédio da SEFAZ-MA se trata de um edifício público, os ambientes sanitários são os de maior consumo de água, que variam de 35% a 50% do consumo total. Para a economia de água nos pontos de utilização foram admitidas a utilização de bacias sanitárias com caixa acopladas de duplo fluxo (*Dual Flush*), com acionamento de três litros de descarga para dejetos líquidos e seis litros de água para descarga de dejetos sólidos (Figura 12), representando uma economia de até 40% em relação aos aparelhos com válvula de descarga (MARINS E MOURA, 2015).

Figura 12 - Bacia sanitária com caixa acoplada com acionamento duplo

Fonte: C&C Orienta, 2017.

Com uma demanda mensal de 635,76 m³ por mês calculado através de equações que fornecem o consumo médio mensal de água (ANEXO D), e um volume para uso em descargas de bacias sanitárias e lavagem de piso interno do prédio com 540,58 m³ por mês, representando uma economia total de aproximadamente 85,02% da demanda total de água (TOMAZ, 2009).

No caso das torneiras, foram utilizadas torneiras hidromecânicas (Figura 13) capazes de fechar automaticamente devido a pressão de escoamento da água, pode-se obter uma economia de até 77% de água em relação às torneiras convencionais (MARINS E MOURA, 2015).

Figura 13 - Torneira hidromecânica com temporizador.

Fonte: Draco Eletrônica, 2017.

Foram utilizados, também, mictórios com acionamento por sensor (Figura 14), com uma descarga de 1,2 litros que o usuário aciona quando se afasta do aparelho, podendo representar uma economia de até 80% de água (MARINS E MOURA, 2015).

Figura 14 - Mictório com sensor de acionamento.

Fonte: Draco Eletrônica, 2017.

4 CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho foi evidenciado que a construção civil é responsável por grande parte da degradação do Meio Ambiente, devido, principalmente, pelo uso dos recursos naturais e energéticos e pela emissão de poluentes.

A preocupação com as questões ambientais tem se tornado cada vez mais presente na mídia e durante as últimas décadas vem sendo pautas de congressos e encontros internacionais para discutir políticas públicas e internacionais para preservação e uso sustentável dos recursos naturais.

As atividades e tecnologias que possuem o objetivo de proporcionar o desenvolvimento sustentável vêm ganhando ênfase na construção civil. Empresas de construção civil tem incorporados em seus empreendimentos alternativas sustentáveis com o objetivo de diminuir os custos a longo prazo, reduzir os impactos ambientais e como uma forma de marketing com a adoção de selos das certificações ambientais para atrair novos clientes. As certificações ambientais são instrumentos essenciais para a difusão de práticas sustentáveis, pois incentivam o uso de materiais e técnicas quem causem menor impacto ambiental. Um empreendimento certificado proporciona uma melhor imagem para a empresa e menores custos à obra com a implantação de planejamento e gerenciamento do projeto.

Dentre as alternativas sustentáveis, o reuso de água planejado é a mais utilizada e difundida nos novos empreendimentos. A água por ser um recurso de vital importância, deve ser conservada.

O reuso de águas cinzas tornou-se uma ótima solução para economia de água, possuindo um excelente custo-benefício. O retorno dos investimentos a longo prazo e a adoção de aparelhos e equipamentos para tratamento de água é de baixo custo quando comparados com a economia de água alcançada.

Os parâmetros de qualidade da água são diferentes para cada tipo de uso e dependentes da fonte. Para o reuso de águas pluviais em bacias sanitárias e limpeza de pisos, os tratamentos indicados são o gradeamento, a filtração, decantação e desinfecção.

O reuso de águas pluviais em edifícios públicos, onde a maior parcela de água utilizada é em descargas de bacias sanitárias, a implantação de deste sistema sustentável pode levar a uma economia de até 85% de água potável.

REFERÊNCIAS

ACCORHOTELS. **Ibis.** Disponível em: <http://www.accorhotels.com/pt-br/brands/hotels-ibis.shtml>. Acesso em: 26 abr. 2017.

AGOPYAN, V; E JOHN, V. M. (2011). **O desafio da sustentabilidade na construção civil** (Vols. 5 – Série Sustentabilidade). São Paulo: Blucher.

ALMEIDA, Ana Karla Veiga de**. A importância de um projeto de construção na concepção e execução de uma obra**: como isso poderá interferir na economia de tempo e dinheiro. Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, 2012.

ALVES, Wolney Castilho; ZANELLA, Luciano (Ed.). **Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis.** 2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-6.aspx>. Acesso em: 30 maio 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

AUGUSTO, Anderson; BARBOSA, Anik. **Projeto Técnico de Captação e Reuso da Água**. 2004. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações.** 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BORGES, Ruth Silveira; BORGES, Wellington Luiz. **Manual de instalações prediais hidráulico-sanitárias e de gás.** 4. ed. São Paulo: PINI, 1992. 523 p.

BRASIL. Código de defesa do consumidor nº 8078, de 11 de setembro de 1990. **Lex:** Congresso Nacional, Poder Legislativo. 1990.

BRASIL. Conselho nacional do meio ambiente n° 237, de 19 de dezembro de 1997. **Lex**: CONAMA. 1997.

BRASIL. Estatuto da cidade nº 12.836, de 10 de julho de 2001. **Lex**: Congresso Nacional, Poder Legislativo, Brasília. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 global.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 30 abr. 2017.

BRASIL. Rubens Menin. Portal Planalto. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV.** 2017. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>. Acesso em: 6 fev. 2017.

BRASIL. SEBRAE. **Boletim de tendências:** Políticas públicas para a sustentabilidade. Santa Catarina: CSS, 2015.

BUENO, Cristiane; ROSSIGNOLO, João Adriano. **Desempenho ambiental de edificações:** cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação**.** São Paulo: Minerva, 2008.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 07 abr. 2017.

CETESB. **Águas superficiais e reuso da água**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Águas-Superficiais/39-Reuso-de-Água>. Acesso em: 22 jan. 2017.

CICILIATO, Rafael Coelho. **Tratamento de águas cinzas sintéticas para fins de reuso através de métodos eletroquímicos.** 2013. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

CÔRTES, Rogério et al. Contribuições para a Sustentabilidade na Construção Civil. **Sistemas & Gestão,** [s.l.], v. 6, n. 3, p.384-397, 2011. LATEC. http://dx.doi.org/10.7177/sg.2011.v6.n3.a10.

COSTA, Eduardo dalla; MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de. **Construção civil e a certificação ambiental:** análise comparativa das certificações LEED (Leadership In Energy And Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). Espirito Santo do Pinhal: C.S.B., 2012.

COSTA, Erizalva das Dores Penhor José da. **A Exploração dos Recursos Naturais e a Preservação Ambiental:** O caso de São Tomé e Príncipe. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade do Porto, Porto, 2014.

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reuso de água no brasil:** a importância da reutilização de água no país. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1225 à 1248. Disponível em <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf >. Acesso: 22/01/17.

DRACO ELETRÔNICA (São Paulo). **Linha Torneiras com sensor.** Disponível em: <http://www.dracoeletronica.com.br/sustentabilidade.htm>. Acesso em: 15 jun. 2017.

ECOCASA (Araras). **Filtro VF12 Acquasave.** 2017. Disponível em: <http://www.ecocasa.com.br/kitfiltrovf12#!>. Acesso em: 6 maio 2017.

FERREIRA, Daniel Fabrício. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis – SC.** 2005. 152 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FIBRATEC ENGENHARIA. (Chapecó). **Reservatórios para grandes**

volumes. Chapecó: Fibratec, [200-]. Disponível em: < http://www.fibratec.com.br/solucoesparasustentabilidade/reservatorioparagrandesvolumes>. Acesso em: 6 maio 2017.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações.** Porto Alegre: Ambiente Construído, 2006.

FOLHA DE SÃO PAULO (São Paulo) (Ed.). **Saiba o que é a Rio +10.** Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2002/riomais10/o_que_e.shtml>. Acesso em: 5 jan. 2017.

FUNDAÇÃO VANZOLINI (São Paulo). **Referências e guias.** Disponível em: <http://vanzolini.org.br/aqua/referencias-e-guias/>. Acesso em: 28 abr. 2017.

GLOGOWSKY, André. **40 Perguntas Projetos e empreendimentos.** 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/162/40perguntasprojetoseempreendimentos2854911>. Acesso em: 28 mar. 2017.

HAYDÉE, Lygia. **Conheça 10 edifícios sustentáveis do Brasil.** Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/conheca10edificiossustentaveisdobrasil/>. Acesso em: 29 abr. 2017.

HELM, Joanna. **EcoBerrini.** Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/0139533/ ecoberriniaflaloegasperiniarquitetos>. Acesso em: 29 abr. 2017.

ILHA, Marina S. de Oliveira; OLIVEIRA, Lúcia Helena de; GONÇALVES, Orestes M.. **Sistemas de medição individualizada de água:** como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros?. Campinas: Sanit Ambient, 2010.

INOVATECH ENGENHARIA. **Procel Edifica.** Disponível em: <http://www.inovatechengenharia.com.br/proceledifica/>. Acesso em: 10 abr. 2017.

JAGGER, Michelle. **Certificações e selos verdes**. Departamento de Artes e Design, 2011.

LAGEMANN, Guinter. **Sistema integrado de reutilização de água, de forma adequada a seu grau de qualidade.** 2012. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LEITE, Vinicius Fares. **Certificação ambiental na construção civil:** sistemas LEED e AQUA**.** 2011. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MARINS, Natalia; MOURA, Daniel. ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO ECONOMIZADOR NA PROMOÇÃO DO USO RACIONAL DE ÁGUA EM PRÉDIO PÚBLICO. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE GESTÃO AMBIENTAL, 4., 2015, Tatuapé. **Anais...** Porto Alegre: IBEAS, 2015. p. 23 - 26.

MARQUES, Maria Lúcia Aquino Pereira et al. **Aquecimento de água por meio da captação de energia solar:** programação para orçamento de sistema de aquecimento**.** Maceió: Cadernos de Graduação, 2014.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009. 233 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica de São Paulo, SÃo Paulo, 2009.

MILLER Jr., G. Tyler. **Ciência Ambiental**. São Paulo: CENGAGE LEARNING, 2012.

NASCIMENTO, Patrícia Alves do. **Compras sustentáveis em empresas construtoras de edifícios**. 2016. 269 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2016.

NASCIMENTO, Rafael Lucas do. **Compatibilização de projetos de edificações.** 2015. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
OLIVEIRA, Leandro Dias de. **A Conferência do Rio de Janeiro – 1992 (Eco-92):** Reflexões sobre a Geopolítica do Desenvolvimento Sustentável**.** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2011.

OLIVEIRA, Osmar Faustino de et al. **Uma breve descrição da construção civil no brasil, destacando o emprego formal e os estabelecimentos no nordeste.** Natal: GEPETIS, 2012.

PAIXÃO, et al. Proposição de ferramenta de avaliação qualitativo de projeto hidráulico e sanitários prediais. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 16. 2016, São Paulo - SP. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

PERRU, Almir de Mirando. Empreendimentos Verdes: Construindo um mundo mais

sustentável. **Geração Sustentável,** Paraná, v. 24, n. 1, p.13-14, set. 2011

PRIMI, Lilian; MARTINS, Rosele. **Obra seca e rápida:** conheça sistemas construtivos muito eficientes. 2012. Disponível em: <http://casa.abril.com.br/materiais-construcao/obra-seca-e-rapida-conheca-sistemas-construtivos-muito-eficientes/>. Acesso em: 8 dez. 2016.

PROCELINFO (Brasil). **PROCEL EDIFICA:** Eficiência Energética nas Edificações. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>. Acesso em: 10 abr. 2017.

RAPOPORT, Beatriz. **Águas cinzas:** caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial**.** 2004. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2004.

REIS, Caio Almeida Arêas. **A importância do escritório de projetos no gerenciamento de projetos:** um estudo de caso na MRS logística S.A.. 2011. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

RIO DE JANEIRO. RIO20. **Sobre a Rio+20.** Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20.html>. Acesso em: 07 abr. 2017.
SAUTCHUK, Carla et al. **Conservação e reuso da água em edificações.** São Paulo: SINDUSCON, 2005.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. da S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 139-154, jan./mar. 2014.

TEIXEIRA, João Pedro de Almeida. **Sistema de medição individualizada de água:** repercussão para o consumidor e o meio ambiente. 2008. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TIGRE S.A. (Joinville). **Tubos e conexões.** Joinville: Tigre, [200-].

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.** Guarulhos: Navegar, 2010.

VALENTE, Josie Pingret. **Certificações na construção civil.** 2009. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

VON ENDE, Marta; REISDORFER, Vitor Kochhann. **Elaboração e análise de projetos.** Santa Maria: Rede E-tec Brasil, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO (CONTINUA).

Dimensionamento do reservatório de volume conhecido para descarte das primeiras águas:

Segundo a Norma NBR – 15527, item 4.4.2 o descarte de águas pode ser admitido um descarte de 2mm da precipitação inicial.

2444,0 m² X 0,002 m = 4,90 m³ de água para ser descartado.

A norma, também, recomenda o uso de um sistema automático e por isso a utilização de um reservatório de volume conhecido. Este sistema funciona, como mostra o esquema a seguir:

Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água da chuva, s.d.

A água captada é direcionada para o reservatório de volume conhecido, quando este estiver cheio a água é direcionada para o filtro e para o resto do sistema de captação.

A Tabela 11 foi elaborada seguindo o método de dimensionamento Rippl, para demanda constante e chuvas mensais utilizando o método analítico.

A chuva média mensal foi dada a partir de dados do *website* Climatempo (Anexo C), com a precipitação mensal em mm.

A demanda mensal foi calculada a partir da tabela da SABESP de consumo médio mensal para um edifício comercial.

0,08 x Área construída.

0,08 x 7947,02 m² = 635,76 m³/mês.

A área de captação foi calculada através da norma NBR 10844 – instalações prediais de águas pluviais, admitindo a projeção do telhado no terreno.

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO (CONTINUA).

O volume da chuva mensal é calculado multiplicando a chuva média mensal pela área de captação, multiplicando, também, o coeficiente de runoff e dividido por 1000 para ter o volume em metros cúbicos.

A diferença entre o volume de demanda e o volume de água da chuva é dado na coluna 6 em metros. O sinal negativo indica o excesso de água e o positivo indica que a demanda supera o volume de água disponível.

Admitindo um reservatório cheio, calcula-se a diferença acumulada somente dos valores positivos da coluna 6, para obter o volume do reservatório através do volume máximo da coluna.

Tabela 12 - Dimensionamento de reservatório pelo método Rppl.

Meses	Chuva média Mensal (mm)	Demanda constante mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume da chuva mensal (m³)	Diferença entre o vol. Da demanda e vol. da chuva (m)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m³)	Obs.
Janeiro	244,00	488,00	2444,00	477,07	10,93	10,93	S
Fevereiro	373,00	488,00	2444,00	729,29	-241,29	-230,36	S
Março	428,00	488,00	2444,00	836,83	-348,83	-579,18	S
Abril	476,00	488,00	2444,00	930,68	-442,68	-1021,86	E
Maio	317,00	488,00	2444,00	619,80	-131,80	-1153,66	D
Junho	173,00	488,00	2444,00	338,25	149,75	-1003,91	D
Julho	131,00	488,00	2444,00	256,13	231,87	-772,04	D
Agosto	29,00	488,00	2444,00	56,70	431,30	-340,74	D
Setembro	23,00	488,00	2444,00	44,97	443,03	102,29	D
Outubro	8,00	488,00	2444,00	15,64	472,36	574,65	D
Novembro	11,00	488,00	2444,00	21,51	466,49	1041,14	S
Dezembro	77,00	488,00	2444,00	150,55	337,45	1378,59	S
∑		5856		4477,41			
E: água escoando pelo extravasor D: nível de água baixando S: nível de água subindo							

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE A – MEMÓRIA DE CÁLCULO (CONCLUSÃO).

A população estimada a partir da taxa de ocupação (Anexo E) é de 1325 pessoas, sendo 6 a cada m² de área. Admitindo o maior uso de água, para os dias de limpeza de piso interno, que acontecem com uma frequência de 2 vezes por semana. Utilizando de dados extraídos do livro “Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis” (TOMAZ, 2009).

(1325 pessoas x 9 litros/descarga x 2 vezes/dia + 2 x 7947,02 m²) / 1000 = 39,75m³ de água.

A demanda de água mensal é calculada, pelos parâmetros dados por Tomaz (2009):

(1325 x 9 x 2 x 20 + 2 x 4 x 7947,02) / 1000 = 540,58 m³ / mês.

Economia de água = (540,58 / 635,76) x 100 = 85,02 %.

APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DAS TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS ADMITIDAS NO TRABALHO (CONTINUA).

Segundo Neto e Júlio apud Marins e Moura (2015), existem os métodos de economia de água em bacias sanitárias, assim como:

Descarga dual, na qual há dois volumes diferentes de água para descarga (normalmente 6 e 3 litros). Com esse dispositivo, o usuário se torna responsável pela escolha de qual nível de água será adequado, dependendo da quantidade de dejetos;

Bacia sanitária econômica, a qual utiliza apenas 2 litros de água por acionamento da descarga, desenvolvida com a ausência de sifão, portanto os dejetos são direcionados diretamente para rede de esgoto através de um basculante;

Descarga a vácuo consome apenas 1,5 litros por descarga, sendo essa água apenas para limpeza da porcelana, pois os dejetos são levados através do ar, porém, para o seu funcionamento é necessária energia elétrica.

Em razão das características de cada sistema foi adotado a bacia com descarga dual, eficiente para a economia de água sem necessidade de utilização de novos equipamentos e acessórios.

Torneira hidromecânica, que funciona por meio de pressão manual, e seu fechamento é automático, devido à pressão da água escoando. A economia de água, em relação às torneiras convencionais, varia entre 30% a 77%;

Registro restritor de vazão, é responsável por controlar a vazão de água da torneira, por meio de um parafuso, e podem gerar 60% de economia;

Arejador reduz a vazão, assim como controla a dispersão d’água e podem economizar 50% do consumo de água.

A torneira hidromecânica é a mais eficiente dentre as opções citadas, com alto aproveitamento e aplicabilidade.

Válvula para mictório com acionamento por sensor, sua descarga, de 1,2 litros, é acionada quando se afasta do mictório. Como o usuário não pode controlar o tempo de acionamento, pois já está estabelecido, pode-se obter em uma economia de até 80%. Porém pode ser acionada acidentalmente se alguém passar muito próximo;

Mictório seco, a urina é despejada dentro de um cartucho, sem a necessidade de água, por ser liquida a própria gravidade a conduz para a tubulação.

APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DAS TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS ADMITIDAS NO TRABALHO (CONCLUSÃO).

Mictório com caixa acoplada, a água utilizada para a lavagem das mãos é reaproveitada como descarga.

O mictório com acionamento por sensor é o mais indicado para uso em setor público por se tratar de um sistema econômico e prático, pois não há a necessidade de manutenção constante ou aplicação de novos recursos como os citados anteriormente.

APÊNDICE C – MEMÓRIA DE CÁLCULO HYDROS V4

AltoQi Hydros V4
Iranildo Junior
Uema - CCT

Coluna AL-1 (TÉRREO)

Fonte de Alimentação:

PVC rígido soldável - Tubos - 25 mm
Pavimento TÉRREO
RedeAlimentação
Vazão = 0.42 l/s
Horas de funcionamento = 6.0 h/dia

Dimensionamento:

Linha de recalque
Diâmetro mínimo = 18.76 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-4 (TÉRREO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 25 mm
Pavimento TÉRREO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	Grupo	Item	Quant.	Unit.	Total	Acum.	Unit.	Total	Acum.
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	5	0.30	1.50	1.50	0.15	0.75	0.75
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	1.80	0.15	0.15	0.90
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	2.10	0.15	0.15	1.05

Dimensionamento:

Peso total associado = 2.10
Vazão total associada = 1.05 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.43 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 14.88 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 25 mm
Pavimento TÉRREO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	Grupo	Item	Quant.	Unit.	Total	Acum.	Unit.	Total	Acum.
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	5	0.30	1.50	1.50	0.15	0.75	0.75
PVC	Tanque de lavar com joelho de 90º	25 mm - 3/4"	1	0.70	0.70	2.20	0.25	0.25	1.00

Dimensionamento:

Peso total associado = 2.20
Vazão total associada = 1.00 l/s
Maior vazão associada = 0.25l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.44 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 15.05 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Conexão analisada:

Tanque de lavar com joelho de 90º - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento TÉRREO
Nível geométrico: 1.15 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.77	32.00	0.96	18.32	2.20	20.52	0.0338	0.69	11.90	0.00	1.45	0.76
5-6	0.77	32.00	0.96	0.20	1.20	1.40	0.0338	0.05	11.90	0.20	0.96	0.91
6-7	0.77	32.00	0.96	1.80	0.01	1.81	0.0338	0.06	11.70	1.80	2.71	2.65
7-8	0.63	32.00	0.78	2.10	2.20	4.30	0.0237	0.10	9.90	2.10	4.75	4.64
8-9	0.63	20.00	2.00	1.80	0.05	1.85	0.3006	0.54	7.80	1.80	6.44	5.90
9-10	0.44	20.00	1.42	2.10	0.90	3.00	0.1205	0.36	6.00	2.10	8.00	7.64
10-11	0.44	20.00	1.42	1.80	0.01	1.81	0.1205	0.22	3.90	1.80	9.44	9.22
11-12	0.44	20.00	1.42	0.18	1.50	1.68	0.1205	0.20	2.10	0.00	9.22	9.02
12-13	0.44	20.00	1.42	1.35	1.50	2.85	0.1205	0.34	2.10	0.00	9.02	8.68
13-14	0.44	20.00	1.42	0.30	1.50	1.80	0.1205	0.22	2.10	0.30	8.98	8.76
14-15	0.44	20.00	1.42	0.30	0.22	0.52	0.1205	0.06	1.80	0.30	9.06	9.00
15-16	0.41	20.00	1.32	1.69	3.10	4.79	0.1059	0.51	1.50	0.00	9.00	8.49
16-17	0.38	20.00	1.21	1.03	0.90	1.93	0.0911	0.18	1.50	0.00	8.49	8.32
17-18	0.34	20.00	1.09	1.10	0.90	2.00	0.0759	0.15	1.50	0.00	8.32	8.16
18-19	0.30	20.00	0.95	0.38	0.90	1.28	0.0603	0.08	1.50	0.00	8.16	8.09
19-20	0.25	20.00	0.80	0.35	3.10	3.45	0.0442	0.15	1.50	0.35	8.44	8.28
20-21	0.25	20.00	0.80	0.00	1.50	1.50	0.0442	0.07	1.15	0.00	8.28	8.22

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
12.65	4.43	8.22	1.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	1	0.42	0.42
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	2	1.20	2.40
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	2.20	2.20
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	40 mm- 25mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	40 mm - 25 mm	1	0.05	0.05
PVC	Te 90 soldável	25 mm	4	0.90	3.60
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	3.10	6.20
PVC	Luva soldável	25 mm	1	0.01	0.01
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	3	1.50	4.50
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.22	0.22

Conexão analisada:

Mictório tipo calha com joelho de 90º - 25mm - 1/2" (Ferro maleável classe 10)
Pavimento TÉRREO
Nível geométrico: 1.05 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.75	32.00	0.94	0.38	7.30	7.68	0.0325	0.25	11.90	0.00	1.45	1.20
5-6	0.75	32.00	0.94	3.74	0.42	4.16	0.0325	0.14	11.90	0.00	1.20	1.06
6-7	0.75	32.00	0.94	18.32	1.20	19.52	0.0325	0.63	11.90	0.00	1.06	0.43
7-8	0.75	32.00	0.94	0.20	1.20	1.40	0.0325	0.05	11.90	0.20	0.63	0.59
8-9	0.75	32.00	0.94	1.80	0.01	1.81	0.0325	0.06	11.70	1.80	2.39	2.33
9-10	0.61	32.00	0.76	2.10	2.20	4.30	0.0227	0.10	9.90	2.10	4.43	4.33
10-11	0.61	25.00	1.25	1.80	1.50	3.30	0.0736	0.17	7.80	1.80	6.13	5.96
11-12	0.43	20.00	1.38	2.10	1.50	3.60	0.1156	0.30	6.00	2.10	8.06	7.76
12-13	0.43	20.00	1.38	1.80	0.90	2.70	0.1156	0.24	3.90	1.80	9.56	9.32
13-14	0.23	20.00	0.74	2.03	3.10	5.13	0.0386	0.20	2.10	0.00	9.32	9.12
14-15	0.23	20.00	0.74	0.99	0.60	1.59	0.0386	0.06	2.10	0.00	9.12	9.06
15-16	0.23	20.00	0.74	0.30	1.50	1.80	0.0386	0.07	2.10	0.30	9.36	9.29
16-17	0.23	20.00	0.74	0.30	0.22	0.52	0.0386	0.02	1.80	0.30	9.59	9.57
17-18	0.16	20.00	0.52	1.15	3.10	4.25	0.0212	0.09	1.50	0.00	9.57	9.48
18-19	0.16	20.00	0.52	0.45	1.50	1.95	0.0212	0.04	1.50	0.45	9.93	9.89
19-20	0.16	20.00	0.52	0.00	0.70	0.70	0.0285	0.02	1.05	0.00	9.89	9.87

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
12.75	2.88	9.87	1.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	2	0.42	0.84
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	3	1.20	3.60
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	2.20	2.20
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Luva de redução soldável	40 mm - 32 mm	1	1.50	1.50
PVC	Te de redução 90 soldável c/ redução lateral	32 mm - 25 mm- 20mm	1	1.50	1.50
PVC	Luva de redução soldável	32 mm - 25 mm	1	0.90	0.90
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	3.10	6.20
PVC	Curva 90 soldável	25 mm	1	0.60	0.60
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.50	3.00
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.22	0.22

Conexão analisada:

Bombas - recalque 3/4" (Aparelho)
Pavimento TÉRREO
Nível geométrico: -0.10 m
Processo de cálculo: Universal

Trecho de recalque										
Trecho	**Vazão (l/s)**	**Ø (mm)**	**Veloc. (m/s)**	**Comprimento (m)**			**J (m/m)**	**Perda (m.c.a)**	**Altura (m)**	**Desnível (m)**
				Tubo	**Equiv.**	**Total**				
1-2	0.42	20.00	1.33	3.32	0.00	3.32	0.1073	0.36	-0.10	0.00
2-3	0.42	20.00	1.33	4.00	0.60	4.60	0.1073	0.49	-0.10	-4.00
3-4	0.42	20.00	1.33	3.90	0.90	4.80	0.1073	0.52	3.90	-3.90
4-5	0.42	20.00	1.33	3.90	0.01	3.91	0.1073	0.42	7.80	-3.90
5-6	0.42	20.00	1.33	0.00	0.01	0.01	0.1073	0.00	11.70	0.00
6-7	0.42	20.00	1.33	13.97	3.10	17.07	0.1073	1.83	11.70	0.00
7-8	0.42	20.00	1.33	16.22	0.60	16.82	0.1073	1.81	11.70	0.00
8-9	0.42	20.00	1.33	0.60	0.60	1.20	0.1073	0.13	11.70	-0.60
9-10	0.42	20.00	1.33	1.00	0.22	1.22	0.1073	0.13	12.30	-1.00
10-11	0.42	20.00	1.33	0.38	0.60	0.98	0.1073	0.11	13.30	0.00
11-12	0.42	20.00	1.33	0.00	1.00	1.00	0.1073	0.11	13.30	0.00

Trecho	**Vazão (l/s)**	**Ø (mm)**	**Veloc. (m/s)**	**Comprimento (m)**			**J (m/m)**	**Perda (m.c.a)**	**Altura (m)**	**Desnível (m)**
				Tubo	**Equiv.**	**Total**				
1-2	0.42	25.00	0.85	2.89	1.20	4.09	0.0371	0.15	-0.10	0.00
2-3	0.42	25.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	-0.10	0.00

Altura manométrica (m.c.a.)					**Vazão de Projeto (l/s)**	**npsh disponível (m.c.a.)**	**Potência teórica (CV)**
Recalque		**Sucção**		**Total**			
Altura	**Perda**	**Altura**	**Perda**				
13.40	5.90	0.00	0.15	19.45	0.42	9.94	0.18

Trecho de recalque					
				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Curva 90 soldável	25 mm	4	0.60	2.40
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável	3/4"	1	0.22	0.22
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	3.10	3.10
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	0.90	0.90
PVC	Luva soldável	25 mm	2	0.01	0.02
	Bombas	recalque 3/4"	1	0.00	0.00
Trecho de sucção					
				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1"	1	1.20	1.20

Coluna AF-5 (1 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 25 mm
Pavimento 1 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	1	0.30	0.30	0.30	0.15	0.15	0.15

Dimensionamento:

Peso total associado = 0.30
Vazão total associada = 0.15 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.16 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 9.15 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-4 (1 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 32 mm
Pavimento 1 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	1.50	0.15	0.75	0.75
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	20mm - 1/2"	1	0.30	0.30	1.80	0.15	0.15	0.90
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	20mm - 1/2"	1	0.30	0.30	2.10	0.15	0.15	1.05
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	5	0.30	1.50	3.60	0.15	0.75	1.80
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	3.90	0.15	0.15	1.95
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	4.20	0.15	0.15	2.10

Dimensionamento:

Peso total associado = 4.20
Vazão total associada = 2.10 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.61 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 17.70 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-3 (1 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 25 mm
Pavimento 1 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	5	0.30	1.50	1.50	0.15	0.75	0.75
PVC	Tanque de lavar com joelho de 90º	25 mm - 3/4"	2	0.70	1.40	2.90	0.25	0.50	1.25
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	4.40	0.15	0.75	2.00

Dimensionamento:

Peso total associado = 4.40
Vazão total associada = 2.00 l/s
Maior vazão associada = 0.25l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.63 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 17.90 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Peça VS - Detalhe H9 (1 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Vaso sanitário com caixa acoplada - 1/2" (PVC rígido soldável)
Pavimento 1 PAVIMENTO
Nível geométrico: 4.10 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.75	32.00	0.94	0.38	7.30	7.68	0.0325	0.25	11.90	0.00	1.45	1.20
5-6	0.75	32.00	0.94	3.74	0.42	4.16	0.0325	0.14	11.90	0.00	1.20	1.06
6-7	0.75	32.00	0.94	18.32	1.20	19.52	0.0325	0.63	11.90	0.00	1.06	0.43
7-8	0.75	32.00	0.94	0.20	1.20	1.40	0.0325	0.05	11.90	0.20	0.63	0.59
8-9	0.75	32.00	0.94	1.80	0.01	1.81	0.0325	0.06	11.70	1.80	2.39	2.33
9-10	0.61	32.00	0.76	2.10	2.20	4.30	0.0227	0.10	9.90	2.10	4.43	4.33
10-11	0.61	25.00	1.25	1.80	1.50	3.30	0.0736	0.17	7.80	1.80	6.13	5.96
11-12	0.43	15.00	2.46	0.60	4.60	5.20	0.6466	0.57	6.00	0.00	5.96	5.39
12-13	0.37	15.00	2.08	1.52	2.40	3.92	0.4684	1.84	6.00	0.00	5.39	3.56
13-14	0.37	15.00	2.08	0.65	1.20	1.85	0.4684	0.87	6.00	0.00	3.56	2.69
14-15	0.37	15.00	2.08	0.30	1.20	1.50	0.4684	0.70	6.00	0.30	2.99	2.29
15-16	0.37	15.00	2.08	0.30	0.12	0.42	0.4684	0.20	5.70	0.30	2.59	2.39
16-17	0.33	15.00	1.86	1.69	2.40	4.09	0.3787	1.55	5.40	0.00	2.39	0.84
17-18	0.28	15.00	1.61	1.03	0.80	1.83	0.2881	0.53	5.40	0.00	0.84	0.32
18-19	0.23	15.00	1.31	1.10	0.80	1.90	0.1513	0.29	5.40	0.00	0.32	0.03
19-20	0.16	15.00	0.93	1.11	0.80	1.91	0.0827	0.16	5.40	0.00	0.03	-0.13
20-21	0.16	15.00	0.93	1.30	1.20	2.50	0.0827	0.21	5.40	1.30	1.17	0.96
21-22	0.16	15.00	0.93	0.00	1.20	1.20	0.0827	0.10	4.10	0.00	0.96	0.86

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	Perda de carga	Dinâmica disponível	Mínima necessária
9.70	8.82	0.88	0.50

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	2	0.42	0.84
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	3	1.20	3.60
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	7.30	7.30
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	2.20	2.20
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Luva de redução soldável	40 mm - 32 mm	1	1.50	1.50
PVC	Te de redução 90 soldável c/ redução lateral	32 mm - 25 mm- 20mm	1	4.60	4.60
PVC	Te 90 soldável	20 mm	2	2.40	4.80
PVC	Te 90 soldável	20 mm	3	0.80	2.40
PVC	Joelho 90 soldável	20 mm	3	1.20	3.60
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1/2"	1	0.12	0.12

Peça VS - Detalhe H8 (1 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento 1 PAVIMENTO
Nível geométrico: 4.10 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.23	32.00	0.29	1.30	1.80	3.10	0.0042	0.01	13.80	1.30	1.30	1.29
2-3	0.23	32.00	0.29	0.60	0.42	1.02	0.0042	0.00	12.50	0.60	1.89	1.88
3-4	0.23	32.00	0.29	4.50	1.20	5.70	0.0042	0.02	11.90	0.00	1.88	1.86
4-5	0.23	32.00	0.29	41.80	1.20	43.00	0.0042	0.18	11.90	0.00	1.86	1.68
5-6	0.23	32.00	0.29	0.20	1.20	1.40	0.0042	0.01	11.90	0.20	1.88	1.87
6-7	0.23	32.00	0.29	1.80	0.01	1.81	0.0042	0.01	11.70	1.80	3.67	3.67
7-8	0.16	32.00	0.20	2.10	2.20	4.30	0.0023	0.01	9.90	2.10	5.77	5.76
8-9	0.16	20.00	0.52	1.80	0.05	1.85	0.0212	0.04	7.80	1.80	7.56	7.52
9-10	0.16	20.00	0.52	0.10	1.50	1.60	0.0212	0.03	6.00	0.00	7.52	7.48
10-11	0.16	20.00	0.52	1.95	1.50	3.45	0.0212	0.07	6.00	0.00	7.48	7.41
11-12	0.16	20.00	0.52	0.25	1.50	1.75	0.0212	0.04	6.00	0.00	7.41	7.37
12-13	0.16	20.00	0.52	0.30	1.50	1.80	0.0212	0.04	6.00	0.30	7.67	7.64
13-14	0.16	20.00	0.52	0.30	0.22	0.52	0.0212	0.01	5.70	0.30	7.94	7.92
14-15	0.16	20.00	0.52	1.25	1.50	2.75	0.0212	0.06	5.40	0.00	7.92	7.87
15-16	0.16	20.00	0.52	1.30	1.50	2.80	0.0212	0.06	5.40	1.30	9.17	9.11
16-17	0.16	20.00	0.52	0.00	2.00	2.00	0.0212	0.04	4.10	0.00	9.11	9.06

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
9.70	0.63	9.07	0.50

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	1	0.42	0.42
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	3	1.20	3.60
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te de redução 90 soldável	40 mm - 32 mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	40 mm - 25 mm	1	0.05	0.05
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	6	1.50	9.00
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	3/4"	1	0.22	0.22

Peça TLR - Detalhe H6 (1 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Tanque de lavar com joelho de 90º - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento 1 PAVIMENTO
Nível geométrico: 5.05 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.77	32.00	0.96	18.32	2.20	20.52	0.0338	0.69	11.90	0.00	1.45	0.76
5-6	0.77	32.00	0.96	0.20	1.20	1.40	0.0338	0.05	11.90	0.20	0.96	0.91
6-7	0.77	32.00	0.96	1.80	0.01	1.81	0.0338	0.06	11.70	1.80	2.71	2.65
7-8	0.63	32.00	0.78	2.10	2.20	4.30	0.0237	0.10	9.90	2.10	4.75	4.64
8-9	0.63	20.00	2.00	1.80	0.05	1.85	0.3006	0.54	7.80	1.80	6.44	5.90
9-10	0.44	20.00	1.42	0.15	3.10	3.25	0.1205	0.39	6.00	0.00	5.90	5.51
10-11	0.44	20.00	1.42	1.25	1.50	2.75	0.1205	0.33	6.00	0.00	5.51	5.18
11-12	0.44	20.00	1.42	0.30	1.50	1.80	0.1205	0.22	6.00	0.30	5.48	5.26
12-13	0.44	20.00	1.42	0.30	0.22	0.52	0.1205	0.06	5.70	0.30	5.56	5.50
13-14	0.41	20.00	1.32	1.69	2.40	4.09	0.1059	0.43	5.40	0.00	5.50	5.07
14-15	0.38	20.00	1.21	1.03	0.90	1.93	0.0911	0.18	5.40	0.00	5.07	4.89
15-16	0.34	20.00	1.09	1.10	0.90	2.00	0.0759	0.15	5.40	0.00	4.89	4.74
16-17	0.30	20.00	0.95	0.38	0.90	1.28	0.0603	0.08	5.40	0.00	4.74	4.66
17-18	0.25	20.00	0.80	0.35	2.40	2.75	0.0442	0.12	5.40	0.35	5.01	4.89
18-19	0.25	20.00	0.80	0.23	1.50	1.73	0.0442	0.08	5.05	0.00	4.89	4.82
19-20	0.25	20.00	0.80	0.00	1.50	1.50	0.0442	0.07	5.05	0.00	4.82	4.75

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
8.75	4.00	4.75	1.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	1	0.42	0.42
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	2	1.20	2.40
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	2.20	2.20
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	40 mm- 25mm	1	2.20	2.20
PVC	Bucha de redução sold. longa	40 mm - 25 mm	1	0.05	0.05
PVC	Te 90 soldável	25 mm	1	3.10	3.10
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	3	1.50	4.50
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	3/4"	1	0.22	0.22
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	25 mm- 20mm	2	2.40	4.80
PVC	Te de redução 90 soldável	25 mm - 20 mm	3	0.90	2.70

Coluna AL-1 (2 PAVIMENTO)

Fonte de Alimentação:

PVC rígido soldável - Tubos - 25 mm
Pavimento 2 PAVIMENTO
RedeAlimentação
Vazão = 0.42 l/s
Horas de funcionamento = 6.0 h/dia

Dimensionamento:

Linha de recalque
Diâmetro mínimo = 18.76 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-5 (2 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento 2 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				**Peso**			**Vazão (l/s)**		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	2	0.30	0.60	0.60	0.15	0.30	0.30

Dimensionamento:

Peso total associado = 0.60
Vazão total associada = 0.30 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s

Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.23 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 10.88 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-4 (2 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento 2 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	10	0.30	3.00	3.00	0.15	1.50	1.50
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	20mm - 1/2"	3	0.30	0.90	3.90	0.15	0.45	1.95
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	5.40	0.15	0.75	2.70
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	20mm - 1/2"	1	0.30	0.30	5.70	0.15	0.15	2.85
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	6.00	0.15	0.15	3.00
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	6.30	0.15	0.15	3.15

Dimensionamento:

Peso total associado = 6.30
Vazão total associada = 3.15 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.75 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 19.58 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-3 (2 PAVIMENTO)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento 2 PAVIMENTO
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	10	0.30	3.00	3.00	0.15	1.50	1.50
PVC	Tanque de lavar com joelho de 90º	25 mm - 3/4"	3	0.70	2.10	5.10	0.25	0.75	2.25
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	6.60	0.15	0.75	3.00

Dimensionamento:

Peso total associado = 6.60
Vazão total associada = 3.00 l/s

Maior vazão associada = 0.25l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.77 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 19.81 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Peça VS - Detalhe H13 (2 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Vaso sanitário com caixa acoplada - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento 2 PAVIMENTO
Nível geométrico: 8.00 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	0.23	32.00	0.29	1.30	1.80	3.10	0.0042	0.01	13.80	1.30	1.30	1.29
2-3	0.23	32.00	0.29	0.60	0.42	1.02	0.0042	0.00	12.50	0.60	1.89	1.88
3-4	0.23	32.00	0.29	4.50	1.20	5.70	0.0042	0.02	11.90	0.00	1.88	1.86
4-5	0.23	32.00	0.29	41.80	1.20	43.00	0.0042	0.18	11.90	0.00	1.86	1.68
5-6	0.23	32.00	0.29	0.20	1.20	1.40	0.0042	0.01	11.90	0.20	1.88	1.87
6-7	0.23	32.00	0.29	1.80	0.01	1.81	0.0042	0.01	11.70	1.80	3.67	3.67
7-8	0.16	25.00	0.33	1.95	7.30	9.25	0.0074	0.03	9.90	0.00	3.67	3.63
8-9	0.16	25.00	0.33	0.14	2.00	2.14	0.0074	0.02	9.90	0.00	3.63	3.62
9-10	0.16	25.00	0.33	0.30	2.00	2.30	0.0074	0.02	9.90	0.30	3.92	3.90
10-11	0.16	20.00	0.52	0.30	0.72	1.02	0.0212	0.01	9.60	0.30	4.20	4.19
11-12	0.16	20.00	0.52	1.36	1.50	2.86	0.0212	0.06	9.30	0.00	4.19	4.13
12-13	0.16	20.00	0.52	1.30	1.50	2.80	0.0212	0.06	9.30	1.30	5.43	5.37
13-14	0.16	20.00	0.52	0.00	2.00	2.00	0.0212	0.04	8.00	0.00	5.37	5.33

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
5.80	0.46	5.34	0.50

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	1	0.42	0.42
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	3	1.20	3.60
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te de redução 90 soldável	40 mm - 32 mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	32 mm	2	2.00	4.00
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/2"	1	0.72	0.72
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	2	1.50	3.00

Peça TLR - Detalhe H14 (2 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Tanque de lavar com joelho de 90º - 25 mm - 3/4" (PVC rígido soldável)
Pavimento 2 PAVIMENTO
Nível geométrico: 8.95 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.77	32.00	0.96	18.32	2.20	20.52	0.0338	0.69	11.90	0.00	1.45	0.76
5-6	0.77	32.00	0.96	0.20	1.20	1.40	0.0338	0.05	11.90	0.20	0.96	0.91
6-7	0.77	32.00	0.96	1.80	0.01	1.81	0.0338	0.06	11.70	1.80	2.71	2.65
7-8	0.44	20.00	1.42	0.15	7.30	7.45	0.1205	0.11	9.90	0.00	2.65	2.53
8-9	0.44	20.00	1.42	1.25	1.50	2.75	0.1205	0.33	9.90	0.00	2.53	2.20
9-10	0.44	20.00	1.42	0.30	1.50	1.80	0.1205	0.22	9.90	0.30	2.50	2.29
10-11	0.44	20.00	1.42	0.30	0.22	0.52	0.1205	0.06	9.60	0.30	2.59	2.52
11-12	0.41	20.00	1.32	1.69	3.10	4.79	0.1059	0.51	9.30	0.00	2.52	2.02
12-13	0.38	20.00	1.21	1.03	0.90	1.93	0.0911	0.18	9.30	0.00	2.02	1.84
13-14	0.34	20.00	1.09	1.10	0.90	2.00	0.0759	0.15	9.30	0.00	1.84	1.69
14-15	0.30	20.00	0.95	0.38	0.90	1.28	0.0603	0.08	9.30	0.00	1.69	1.61
15-16	0.25	20.00	0.80	0.35	3.10	3.45	0.0442	0.15	9.30	0.35	1.96	1.81
16-17	0.25	20.00	0.80	0.17	1.50	1.67	0.0442	0.07	8.95	0.00	1.81	1.74
17-18	0.25	20.00	0.80	0.00	1.50	1.50	0.0442	0.07	8.95	0.00	1.74	1.67

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
4.85	3.18	1.67	1.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	1	0.42	0.42
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	2	1.20	2.40
PVC	Te 90 soldável	40 mm	1	2.20	2.20
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te 90 soldável c/ redução lateral	40 mm- 25mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	25 mm	3	1.50	4.50
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	3/4"	1	0.22	0.22
PVC	Te 90 soldável	25 mm	2	3.10	6.20
PVC	Te 90 soldável	25 mm	3	0.90	2.70

Peça MIC - Detalhe H12 (2 PAVIMENTO)

Conexão analisada:

Mictório tipo calha com joelho de 90º - 20mm - 1/2" (Ferro maleável classe 10)
Pavimento 2 PAVIMENTO
Nível geométrico: 8.85 m
Processo de cálculo: Universal

Tomada d'água:

Tomadas dágua- saídas curtas - 1 1/4" (PVC rígido soldável)
Nível geométrico: 13.80 m
Pressão inicial: 0.00 m.c.a

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
1-2	1.08	32.00	1.34	1.30	1.80	3.10	0.0611	0.19	13.80	1.30	1.30	1.11
2-3	1.08	32.00	1.34	0.60	0.42	1.02	0.0611	0.06	12.50	0.60	1.71	1.65
3-4	1.08	32.00	1.34	2.05	1.20	3.25	0.0611	0.20	11.90	0.00	1.65	1.45
4-5	0.75	32.00	0.94	0.38	7.30	7.68	0.0325	0.25	11.90	0.00	1.45	1.20
5-6	0.75	32.00	0.94	3.74	0.42	4.16	0.0325	0.14	11.90	0.00	1.20	1.06
6-7	0.75	32.00	0.94	18.32	1.20	19.52	0.0325	0.63	11.90	0.00	1.06	0.43
7-8	0.75	32.00	0.94	0.20	1.20	1.40	0.0325	0.05	11.90	0.20	0.63	0.59
8-9	0.75	32.00	0.94	1.80	0.01	1.81	0.0325	0.06	11.70	1.80	2.39	2.33
9-10	0.43	32.00	0.54	0.60	7.30	7.90	0.0124	0.10	9.90	0.00	2.33	2.23
10-11	0.23	25.00	0.47	0.15	7.30	7.45	0.0134	0.03	9.90	0.00	2.23	2.20
11-12	0.23	25.00	0.47	0.70	2.00	2.70	0.0134	0.04	9.90	0.00	2.20	2.16
12-13	0.23	25.00	0.47	1.88	2.00	3.88	0.0134	0.05	9.90	0.00	2.16	2.11
13-14	0.23	25.00	0.47	0.99	2.00	2.99	0.0134	0.04	9.90	0.00	2.11	2.07
14-15	0.23	20.00	0.74	0.30	1.50	1.80	0.0386	0.03	9.90	0.30	2.37	2.34
15-16	0.23	20.00	0.74	0.30	0.22	0.52	0.0386	0.02	9.60	0.30	2.64	2.62
16-17	0.16	15.00	0.93	1.15	3.10	4.25	0.0827	0.16	9.30	0.00	2.62	2.46
17-18	0.16	15.00	0.93	0.45	1.20	1.65	0.0827	0.14	9.30	0.45	2.91	2.77
18-19	0.16	15.00	0.93	0.00	0.50	0.50	0.1247	0.06	8.85	0.00	2.77	2.71

Pressões (m.c.a.)			
Estática inicial	**Perda de carga**	**Dinâmica disponível**	**Mínima necessária**
4.95	2.23	2.72	1.00

Situação: Pressão suficiente

				L equivalente (m)	
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unitária**	**Total**
PVC	Tomadas dágua- saídas curtas	1 1/4"	1	1.80	1.80
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	1.1/4"	2	0.42	0.84
PVC	Curva 90 soldável	40 mm	3	1.20	3.60
PVC	Te 90 soldável	40 mm	2	7.30	14.60
PVC	Luva soldável	40 mm	1	0.01	0.01
PVC	Te de redução 90 soldável c/ redução lateral	40 mm - 32 mm- 32mm	1	7.30	7.30
PVC	Joelho 90 soldável	32 mm	3	2.00	6.00
PVC	Joelho de redução 90 soldável	32 mm - 25 mm	1	1.50	1.50
PVC	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel	3/4"	1	0.22	0.22
PVC	Te de redução 90 soldável c/ redução lateral	25 mm - 20 mm- 20mm	1	3.10	3.10
PVC	Joelho 90 soldável	20 mm	1	1.20	1.20

Coluna AL-1 (COBERTURA)

Fonte de Alimentação:

PVC rígido soldável - Tubos - 25 mm
Pavimento COBERTURA
RedeAlimentação
Vazão = 0.42 l/s
Horas de funcionamento = 6.0 h/dia

Dimensionamento:

Linha de recalque
Diâmetro mínimo = 18.76 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-5 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento COBERTURA
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	2	0.30	0.60	0.60	0.15	0.30	0.30

Dimensionamento:

Peso total associado = 0.60
Vazão total associada = 0.30 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.23 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 10.88 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-4 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento COBERTURA
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	10	0.30	3.00	3.00	0.15	1.50	1.50
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	20mm - 1/2"	3	0.30	0.90	3.90	0.15	0.45	1.95
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	5.40	0.15	0.75	2.70
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	20mm - 1/2"	1	0.30	0.30	5.70	0.15	0.15	2.85
FºGº	Mictório tipo calha com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	6.00	0.15	0.15	3.00
FºGº	Mictório cerâmico com joelho de 90º	25mm - 1/2"	1	0.30	0.30	6.30	0.15	0.15	3.15

Dimensionamento:

Peso total associado = 6.30
Vazão total associada = 3.15 l/s
Maior vazão associada = 0.15l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.75 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 19.58 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AF-3 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC rígido soldável - 40 mm
Pavimento COBERTURA
Rede Água fria

Aparelhos				Peso			Vazão (l/s)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	3/4"	10	0.30	3.00	3.00	0.15	1.50	1.50
PVC	Tanque de lavar com joelho de 90º	25 mm - 3/4"	3	0.70	2.10	5.10	0.25	0.75	2.25
PVC	Vaso sanitário com caixa acoplada	1/2"	5	0.30	1.50	6.60	0.15	0.75	3.00

Dimensionamento:

Peso total associado = 6.60
Vazão total associada = 3.00 l/s
Maior vazão associada = 0.25l/s
Vazão para dimensionamento (usando método dos pesos):
Q = 0.77 l/s
Diâmetro mínimo: ø3/4"
Diâmetro calculado: 19.81 mm
Diâmetro necessário: ø3/4"
Diâmetro comercial equivalente: ø25 mm

Coluna AP-1 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 150 mm- 6"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	771.00	771.00	771.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 771.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 25.70 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 127.55 mm
Diâmetro obtido = 150.00 mm
Raio hidráulico = 37.50 mm
Velocidade = 2.24 m/s
Vazão máxima = 39.60 l/s
Diâmetro necessário: ø6"
Diâmetro comercial equivalente: ø150 mm

Coluna AP-2 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 150 mm- 6"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	771.00	771.00	771.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 771.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 25.70 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 127.55 mm
Diâmetro obtido = 150.00 mm
Raio hidráulico = 37.50 mm
Velocidade = 2.24 m/s

Vazão máxima = 39.60 l/s
Diâmetro necessário: ø6"
Diâmetro comercial equivalente: ø150 mm

Coluna AP-3 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 150 mm- 6"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	771.18	771.18	771.18

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 771.18 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 25.71 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 127.57 mm
Diâmetro obtido = 150.00 mm
Raio hidráulico = 37.50 mm
Velocidade = 2.24 m/s
Vazão máxima = 39.60 l/s
Diâmetro necessário: ø6"
Diâmetro comercial equivalente: ø150 mm

Coluna AP-4 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 150 mm- 6"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	771.00	771.00	771.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 771.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 25.70 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %

Diâmetro calculado = 127.55 mm
Diâmetro obtido = 150.00 mm
Raio hidráulico = 37.50 mm
Velocidade = 2.24 m/s
Vazão máxima = 39.60 l/s
Diâmetro necessário: ø6"
Diâmetro comercial equivalente: ø150 mm

Coluna AP-5 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	244.87	244.87	244.87

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 244.87 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 8.16 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 82.97 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-6 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	244.00	244.00	244.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 244.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 8.13 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 82.86 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-7 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	244.00	244.00	244.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 244.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 8.13 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 82.86 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-8 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	352.91	352.91	352.91

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 352.91 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 11.76 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 95.15 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-9 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	353.96	353.96	353.96

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 353.96 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 11.80 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 95.26 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-10 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	352.00	352.00	352.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 352.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 11.73 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 95.06 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-11 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	398.93	398.93	398.93

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 398.93 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 13.30 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 99.63 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s

Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-12 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	398.00	398.00	398.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 398.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 13.27 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 99.54 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-13 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				Área de cobertura (m2)		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	398.00	398.00	398.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 398.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 13.27 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010

Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 99.54 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

Coluna AP-14 (COBERTURA)

Tubo analisado:

PVC Esgoto - 100 mm - 4"
Pavimento COBERTURA
Rede Pluvial

Aparelhos				**Área de cobertura (m2)**		
Material	**Grupo**	**Item**	**Quant.**	**Unit.**	**Total**	**Acum.**
PVC	Luva simples- coluna	100 mm	1	398.00	398.00	398.00

Dimensionamento:

Área de cobertura total = 398.00 m²
Intensidade da precipitação = 120.00 mm/h
Vazão de projeto = 13.27 l/s
Coeficiente de rugosidade = 0.010
Fator de seção = 100.00 %
Diâmetro calculado = 99.54 mm
Diâmetro obtido = 100.00 mm
Raio hidráulico = 25.00 mm
Velocidade = 1.71 m/s
Vazão máxima = 13.43 l/s
Diâmetro necessário: ø4"
Diâmetro comercial equivalente: ø100 mm

APÊNDICE D - LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CONTINUA).

Alimentação – Aparelho	
Bomba de acordo aos cálculos específicos	
¾”	1 pç
Alimentação – Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	
¾”	1 pç
Alimentação – PVC rígido soldável	
Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. D´água	
25 mm – ¾”	1 pç
32 mm – 1”	1 pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	
25 mm – ¾”	2 pç
Curva 90 soldável	
25 mm	3 pç
Tubos	
25 mm	48,77 m
32 mm	2,77 m
Tê 90 soldável	
25 mm	1 pç
Esgoto – Caixas de Passagem	
Caixa de inspeção esgoto simples	
CE- 60x60 cm	17 pç
Pluvial – PVC Drenagem	
Tubo PVC corrugado perfurado p/ drena	
150 mm	204,13 m
Pluvial – PVC Esgoto	
Curva 90 longa	
150 mm	14 pç
Luva dupla	
150 mm	18 pç
Luva simples	
100 mm	24 pç
Tubo rígido c/ ponta lisa	
100 mm – 4”	72,76 m
150 mm – 6”	88,58 m
Água fria – Aparelho	
Mictório de Descarga Contínua por metro ou aparelho	
20mm x ½”	3 pç
25mm x ½”	1 pç
Mictório de Descarga Descontínua	
½”	2 pç
Torneira de Tanque de Lavar	
25mmx ¾"	3 pç
Vaso Sanitário c/ cx. acoplada	
1/2"	32 pç
Água fria - Ferro maleável classe 10	

APÊNDICE D - LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CONTINUA).

Cotovelo 90	
1/2"	4 pç
Cotovelo de redução	
3/4" x 1/2"	2 pç
Luva macho - fêmea alongada	
1/2"	6 pç
Água fria - Metais	
Registro de gaveta bruto ABNT	
1"	1 pç
1.1/2"	1 pç
1.1/4"	3 pç
1/2"	2 pç
3/4"	7 pç
Água fria - PVC Acessórios	
Bolsa de ligação p/ vaso sanitário	
1.1/2"	32 pç
Engate flexível cobre cromado com canopla	
1/2 - 30cm	32 pç
Água fria - PVC misto soldável	
Joelho 90 soldável c/ rosca	
20 mm - 1/2"	10 pç
Joelho de redução soldável c/ rosca	
25 mm - 1/2"	22 pç
Água fria - PVC rígido roscável	
Luva c/ rosca	
1"	2 pç
1.1/2"	2 pç
1.1/4"	6 pç
1/2"	4 pç
3/4"	8 pç
Níple paralelo c/ rosca	
1"	2 pç
1.1/2"	2 pç
1.1/4"	6 pç
1/2"	4 pç
3/4"	8 pç
Água fria - PVC rígido soldável	
Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d´água	
40 mm - 1.1/4"	2 pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro	
25 mm - 3/4"	6 pç
Bucha de redução sold. curta	
25 mm - 20 mm	3 pç
32 mm - 25 mm	2 pç
40 mm - 32 mm	1 pç
Bucha de redução sold. longa	

APÊNDICE D - LISTA DE MATERIAIS DO PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS (CONCLUSÃO).

32 mm - 20 mm	1 pç
40 mm - 25 mm	3 pç
Curva 90 soldável	
25 mm	2 pç
40 mm	7 pç
Joelho 90º soldável	
20 mm	10 pç
25 mm	26 pç
32 mm	7 pç
Joelho de redução 90 soldável	
32 mm - 25 mm	1 pç
Luva de redução soldável	
32 mm - 25 mm	1 pç
40 mm - 32 mm	1 pç
Luva soldável	
25 mm	3 pç
40 mm	3 pç
Tubos	
20 mm	29,56 m
25 mm	85,61 m
32 mm	11,67 m
40 mm	104,84 m
Tê 90 soldável	
20 mm	6 pç
25 mm	22 pç
32 mm	1 pç
40 mm	3 pç
Tê de redução 90 soldável	
25 mm - 20 mm	4 pç
32 mm - 25 mm	2 pç
40 mm - 32 mm	2 pç
Água fria - PVC soldável azul c/ bucha latão	
Joelho 90º soldável com bucha de latão	
25 mm - 3/4"	3 pç

ANEXOS

ANEXO A – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA PARA A CIDADE DE SÃO LUÍS (MM/H).

/continuação

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h) período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139 (2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)
67 - Rio Grande/RS	121	204	222 (20)
68 - Salvador/BA	108	122	145 (24)
69 - Santa Maria/RS	114	122	145 (16)
70 - Santa Maria Madalena/RJ	120	126	152 (7)
71 - Santa Vitória do Palmar/RS	120	126	152 (18)
72 - Santos/SP	136	198	240
73 - Santos-Itapema/SP	120	174	204 (21)
74 - São Carlos/SP	120	178	161 (10)
75 - São Francisco do Sul/SC	118	132	167 (18)
76 - São Gonçalo/PB	120	124	152 (15)
77 - São Luiz/MA	120	126	152 (21)
78 - São Luiz Gonzaga/RS	158	209	253 (21)
79 - São Paulo/SP (Congonhas)	122	132	-
80 - São Paulo/SP (Mirante Santana)	122	172	191 (7)
81 - São Simão/SP	116	148	175
82 - Sena Madureira/AC	120	160	170 (7)
83 - Sete Lagoas/MG	122	182	281 (19)
84 - Soure/PA	149	162	212 (18)
85 - Taperinha/PA	149	202	241
86 - Taubaté/SP	122	172	208 (6)
87 - Teófilo Otoni/MG	108	121	154 (6)
88 - Teresina/PI	154	240	262 (23)
89 - Teresópolis/RJ	115	149	176
90 - Tupi/SP	122	154	-
91 - Turiaçu/MG	126	162	230
92 - Uaupés/AM	144	204	230 (17)
93 - Ubatuba/SP	122	149	184 (7)
94 - Uruguaiana/RS	120	142	161 (17)
95 - Vassouras/RJ	125	179	222
96 - Viamão/RS	114	126	152 (15)
97 - Vitória/ES	102	156	210
98 - Volta Redonda/RJ	156	216	265 (13)

Notas: a) Para locais não mencionados nesta Tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão.

Fonte: NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais, 1989.

ANEXO B – COEFICIENTE DE RUNOFF PARA DIFERENTES MATERIAIS.

Tabela 5.1- Coeficiente de runoff médios

MATERIAL	COEFICIENTE DE *RUNOFF*
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0.9 a 0.95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: TOMAZ, 2009.

Tabela 5.2- Coeficientes de runoff conforme LEED *existing buildings*, 2009

Tipo de superfície	Coeficiente de runoff C	Tipo de superfície	Coeficiente de runoff C
Pavimento asfáltico	0,95	Gramado plano entre 0 a 1% de decl.	0,25
Pavimento concreto	0,95	Gramado médio entre 1% a 3% de decl.	0,35
Pavimento de tijolos	0,85	Gramado alto entre 3% a 10% de decl.	0,40
Pavimento de pedras	0,75	Gramado muito alto >10% de decl.	0,45
Telhado linha de base	0,95	Vegetação plana (0 a 1% de decl.	0,10
Telhado verde < 10cm	0,50	Vegetação média (0 a 1% de decl.	0,20
Telhado verde entre 10cm e 20cm	0,30	Vegetação alta (0 a 1% de decl.	0,25
Telhado verde entre 20cm e 50cm	0,20	Vegetação muito alta (0 a 1% de decl.	0,30
Telhado verde > 50cm	0,10		

Fonte: TOMAZ, 2009.

ANEXO C – PRECIPITAÇÃO MENSAL PARA A CIDADE DE SÃO LUÍS.

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	24°	30°	244
Fevereiro	23°	29°	373
Março	23°	29°	428
Abril	23°	30°	476
Maio	23°	30°	317
Junho	23°	30°	173
Julho	23°	30°	131
Agosto	23°	31°	29
Setembro	24°	31°	23
Outubro	24°	31°	8
Novembro	24°	31°	11
Dezembro	24°	31°	77

Fonte: CLIMATEMPO, 2017.

ANEXO D – DETERMINAÇÃO DO CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (M³/MÊS).

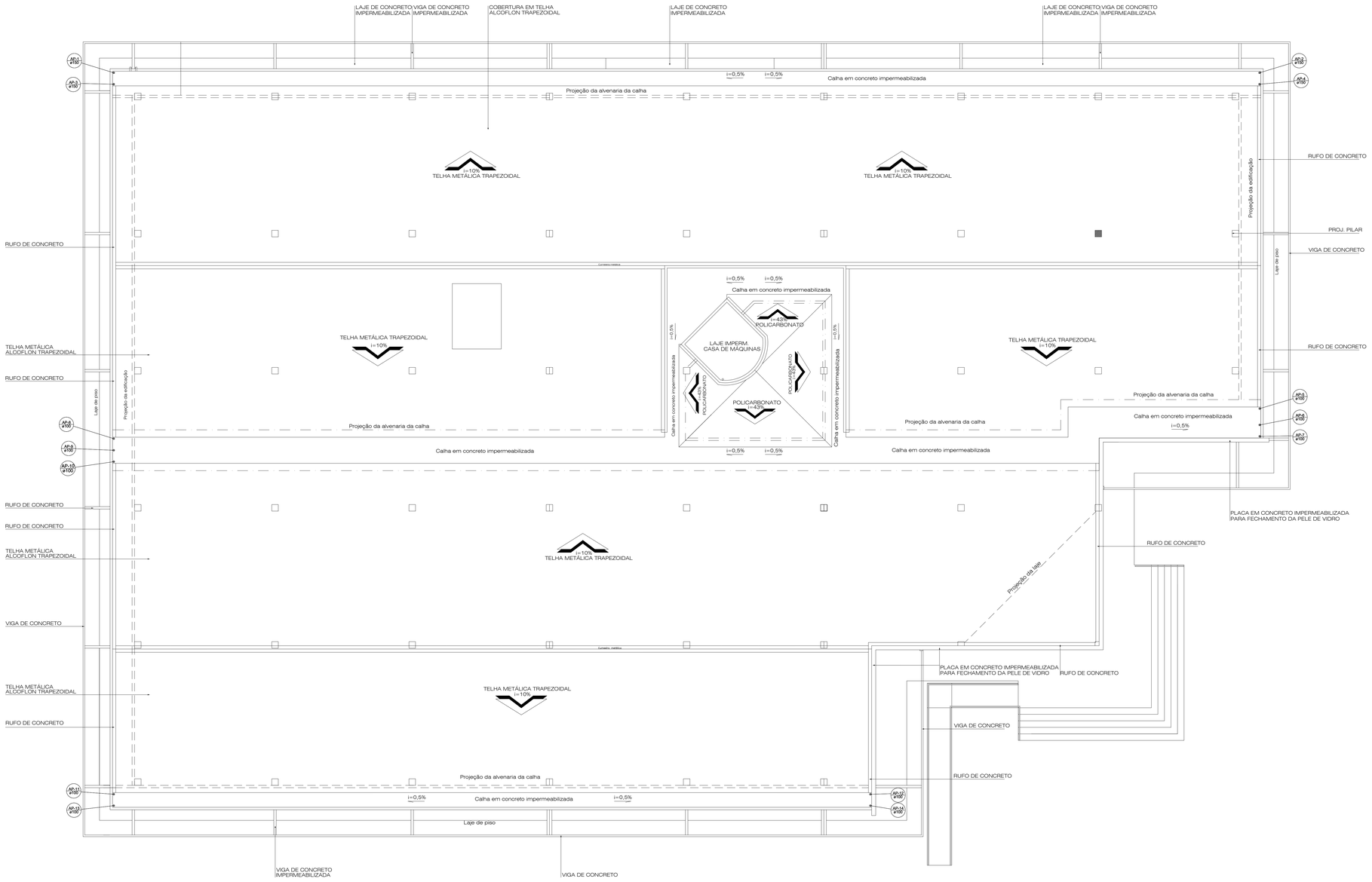
Tipo de Consumidor	Consumo m³/mês	Origem
Clubes Esportivos(1)	(26 x n.° de chuveiros)	SABESP
Creches	(3,8 x n.° de funcionários) + 10	SABESP
Edifícios Comerciais(2)	(0,08 x área construída)	SABESP
Escolas de Nível Superior	(0,03 x área construída) + (0,7 x n.° de funcionários) + (0,8 x n.° de bacias)+50	SABESP
Escolas Pré, 1° e 2° Grau	(0,05 x área construída)+ (0,1 x n.° de vagas)+ (0,7 x n.° de funcionários)+20	SABESP
Hospitais	(2,9 x n.° de funcionários) + (11,8 x n.° de bacias) + (2,5 x n.° de leitos) +280	SABESP
Hotéis de 1ª Categoria (4)	(6,4 x n.° de banheiros) + (2,6 x n.° de leitos) + 400	SABESP
Hotéis de 2ª Categoria(5)	(3,1 x n.° de banheiros) +(3,1 x n.° de leitos) – 40	SABESP
Lavanderias Industriais	(0,02 x kg de roupa/mês)	SABESP
Lava-Rápidos	9,85x (n.° de funcionários)	PLINIO
Motéis	(0,35 x área construída)	SABESP
Postos de Gasolina	60x (n.° de lavadores)+8x(n.° de funcionários)	TOMAZ
Prédios de Apartamentos	(6 x n.° de banheiros) + (3 x n.° de dormitórios) + (0,01 x área construída)+ 30	SABESP
Prontos-socorros (3)	(10 x n.° de funcionários) - 70	SABESP
Residência Unifamiliar	3,7 x (n.° de habitantes)	TOMAZ
Restaurantes	(7,5 x n.° de funcionários)+ (8,4 x n.° de bacias)	SABESP

Fonte: TOMAZ, 2009.

ANEXO E – TABELA DE TAXA DE OCUPAÇÃO PARA PRÉDIO PÚBLICOS OU COMERCIAIS.

Local	Taxa de ocupação
Bancos	Uma pessoa por 5,00 m^2 de área
Escritórios	Uma pessoa por 6,00 m^2 de área
Pavimentos térreos	Uma pessoa por 2,50 m^2 de área
Lojas (pavimentos superiores)	Uma pessoa por 5,00 m^2 de área
Museus e bibliotecas	Uma pessoa por 5,50 m^2 de área
Salas de hotéis	Uma pessoa por 5,50 m^2 de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m^2 de área
Salas de operação (hospital)	Oito pessoas
Teatros, cinemas e auditórios	Uma cadeira para cada 0,70 m^2 de área

Fonte: CREDER, 2016.



PLANTA DE COBERTURA

ESCALA.....1:100

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

01-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

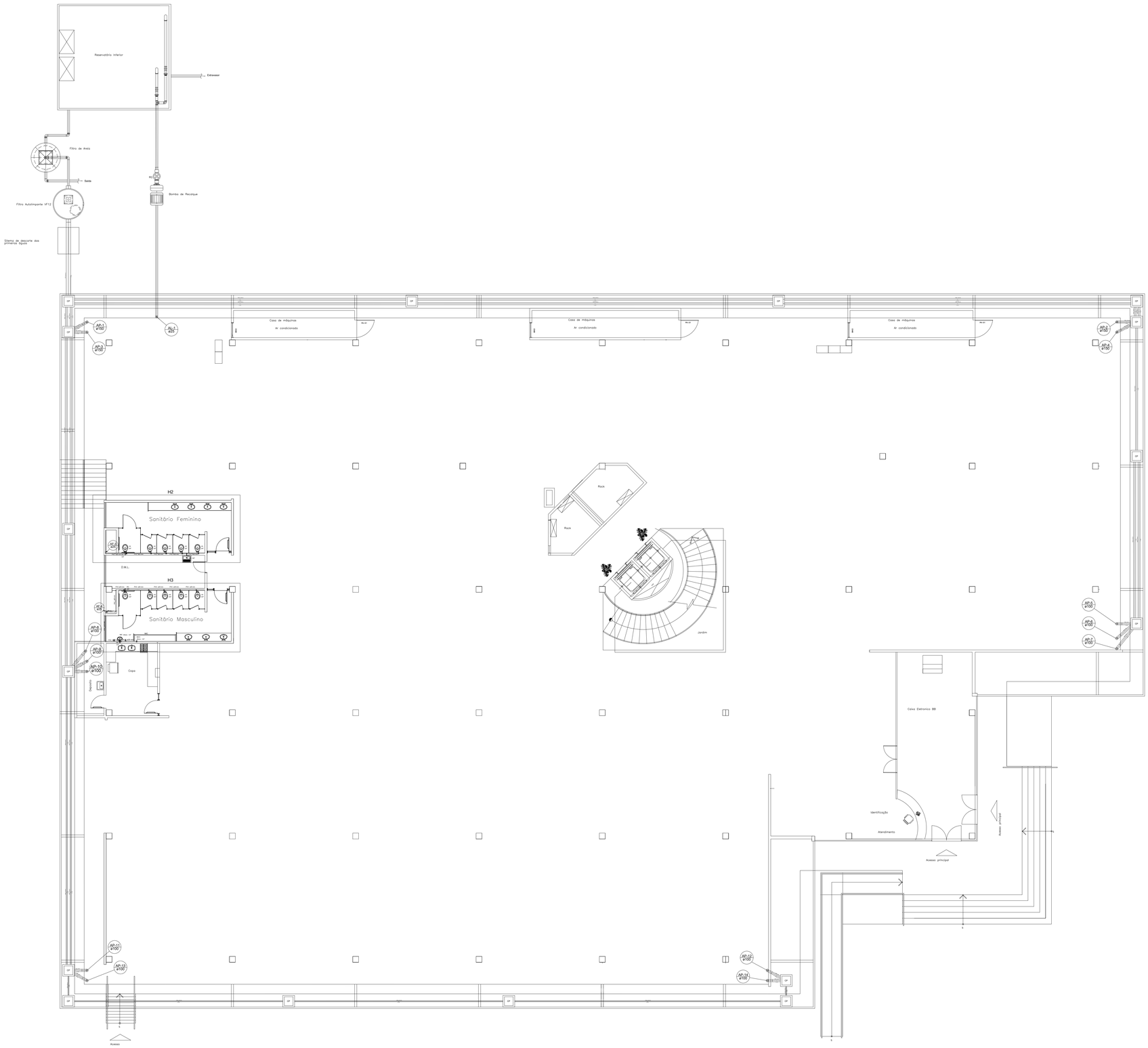
Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço:	Local:
AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA	SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título:
PLANTA BAIXA COBERTURA - DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAS

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	COBERTURA
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:100	JUNHO/2017



PLANTA PAVIMENTO TÉRREO

ESCALA.....1:100

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

02-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

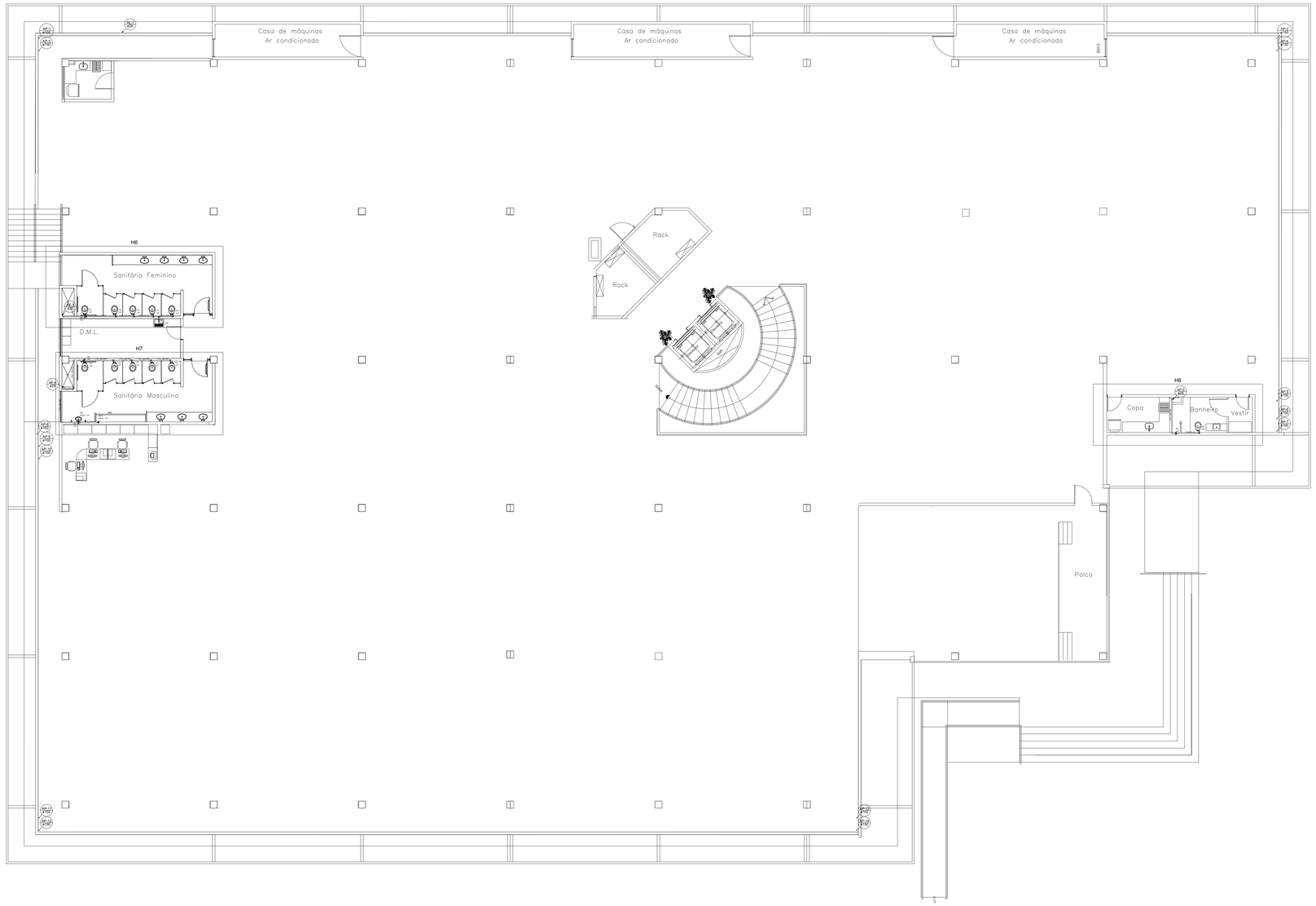
Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço:	Local:
AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA	SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título:
PLANTA BAIXA PAV TÉRREO - CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA REUSO

Area Construida Total Predio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	TÉRREO
Area do terreno:	**Escala:**	**Data:**
9.987,77m2	1:100	JUNHO/2017



PLANTA 1 PAVIMENTO

ESCALA.....1:100

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

03-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

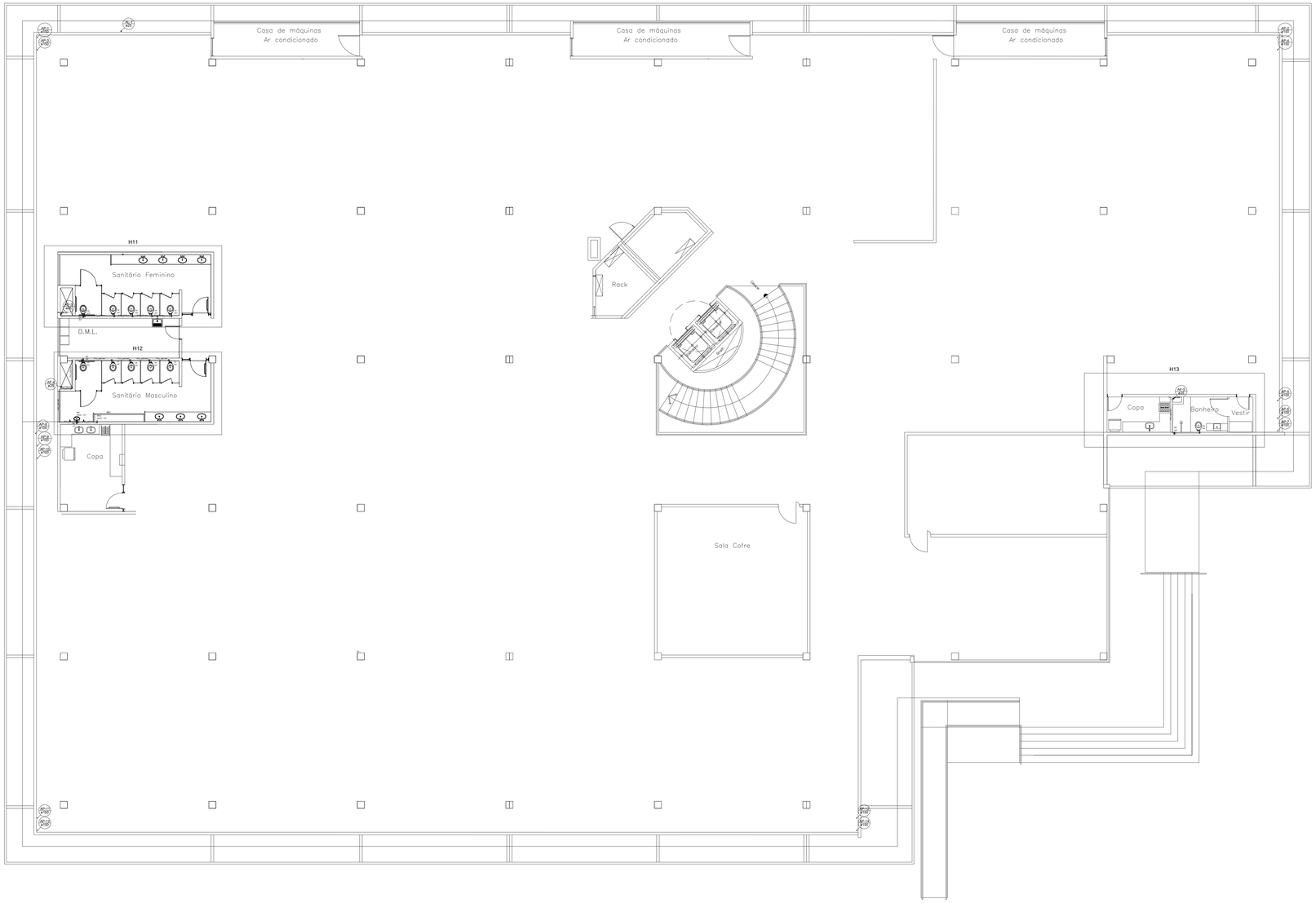
Autor do projeto:
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço:	Zona:
AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA	SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título:
PLANTA BAIXA 1 PAVIMENTO - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.547,02m2	44,21m	1 PAV.
Área do terreno:	**Escala:**	**Data:**
9.987,77m2	1:100	JUNHO/2017



PLANTA 2 PAVIMENTO

ESCALA.....1:100

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP — Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

04-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

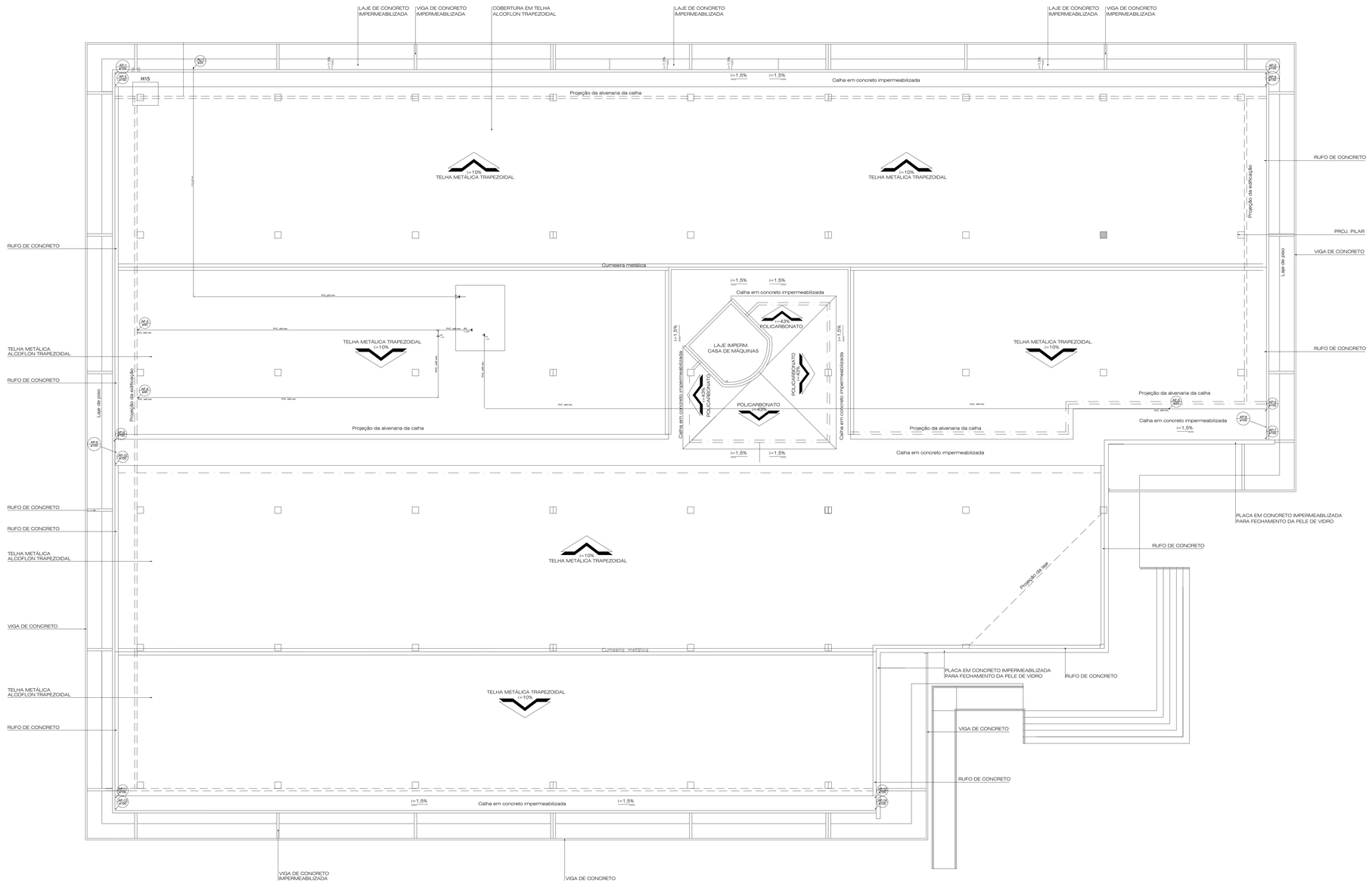
Autor do projeto:
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço: AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA
Zona: SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título:
PLANTA BAIXA 2 PAVIMENTO - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Predio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	2 PAV.
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:100	JUNHO/2017



PLANTA DE COBERTURA

ESCALA.....1:100

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

05-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

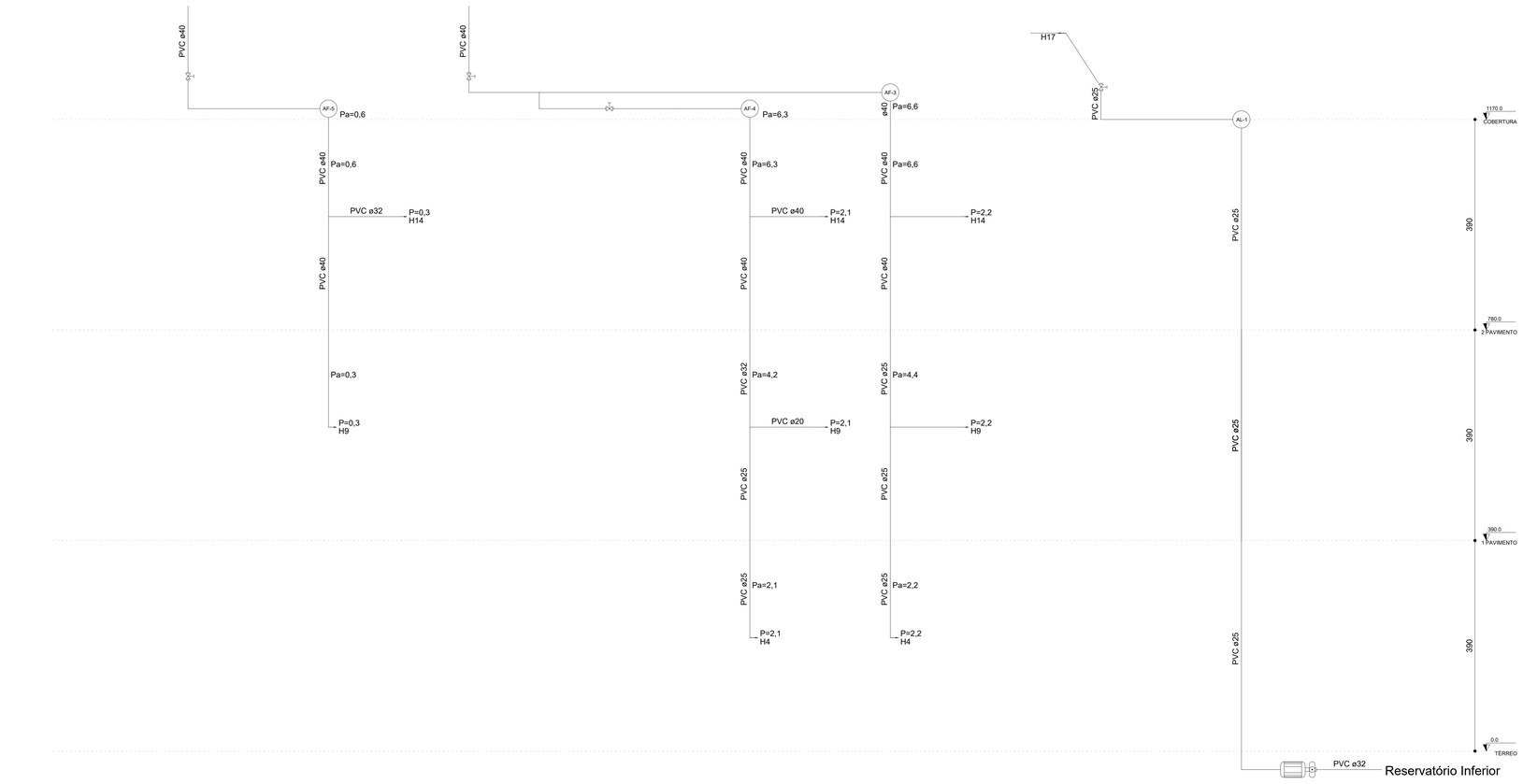
Autor do projeto:
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço: AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA
Local: SEFAZ - MA

Proprietário: GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

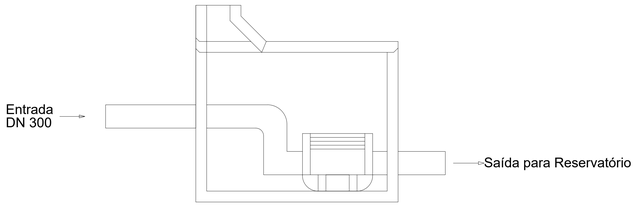
Título: PLANTA BAIXA COBERTURA - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	COBERTURA
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:100	JUNHO/2017



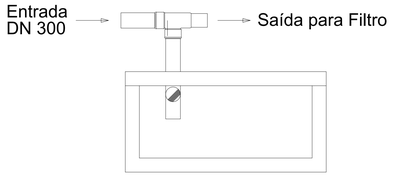
ESQUEMA VERTICAL DE ÁGUA

ESCALA.....1:75



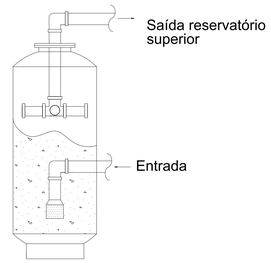
FILTRO AUTOLIMPANTE VF12 ACQUASAVE

ESCALA.....1:75



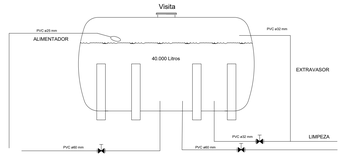
RESERVATÓRIO DE VOLUME CONHECIDO

ESCALA.....1:75



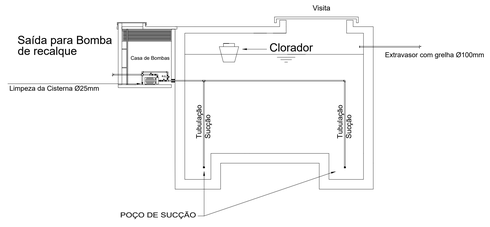
FILTRO DE AREIA

ESCALA.....1:25



RESERVATÓRIO SUPERIOR

ESCALA.....1:75



RESERVATÓRIO INFERIOR

ESCALA.....1:75

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

06-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

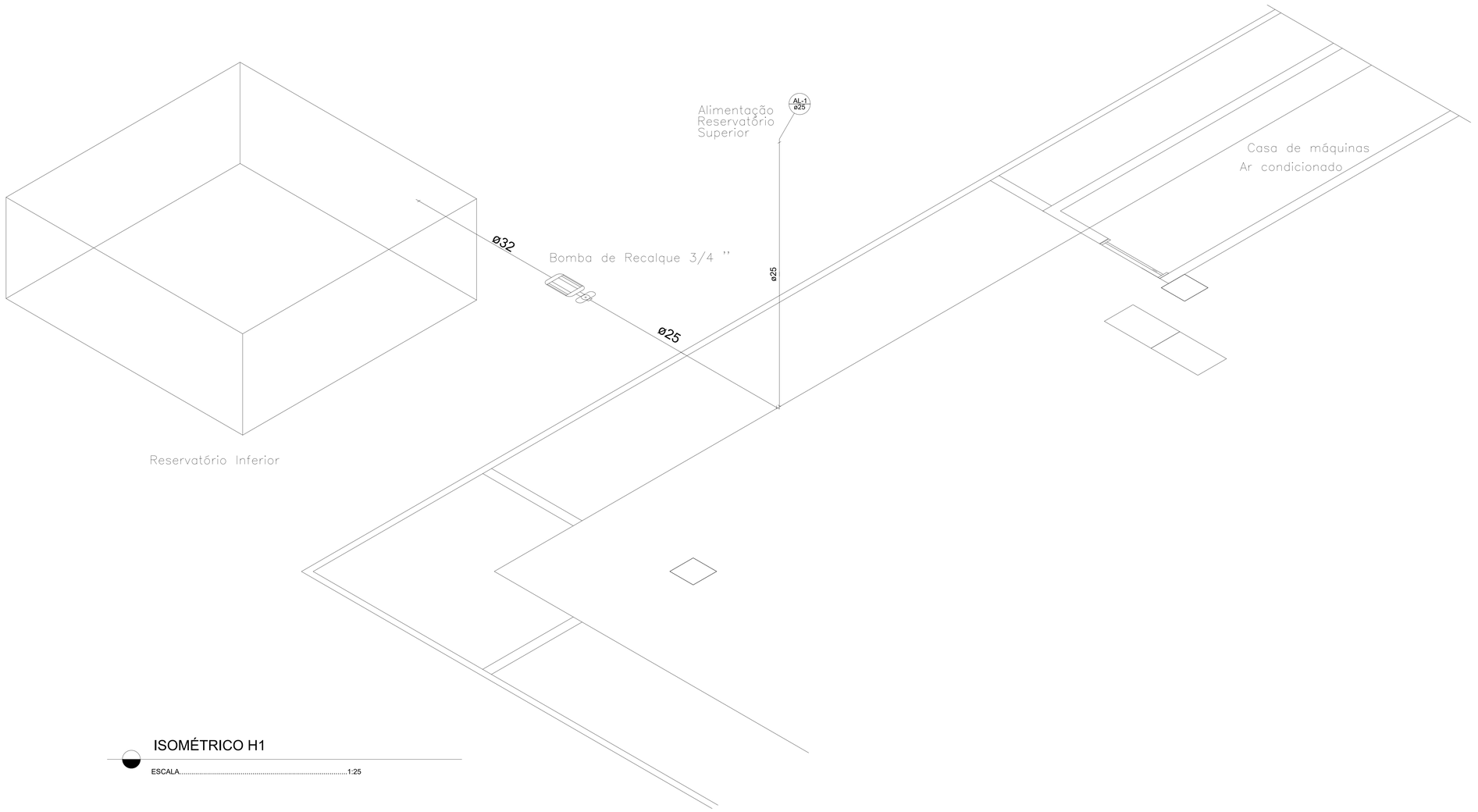
Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço: AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA
Zona: SEFAZ - MA

Proprietário: GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título: DETALHES DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	EDIFICAÇÃO
Área do terreno: 9.987,77m2	Escala: 1:75	Data: JUNHO/2017



ISOMÉTRICO H1

ESCALA.....1:25

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

07-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

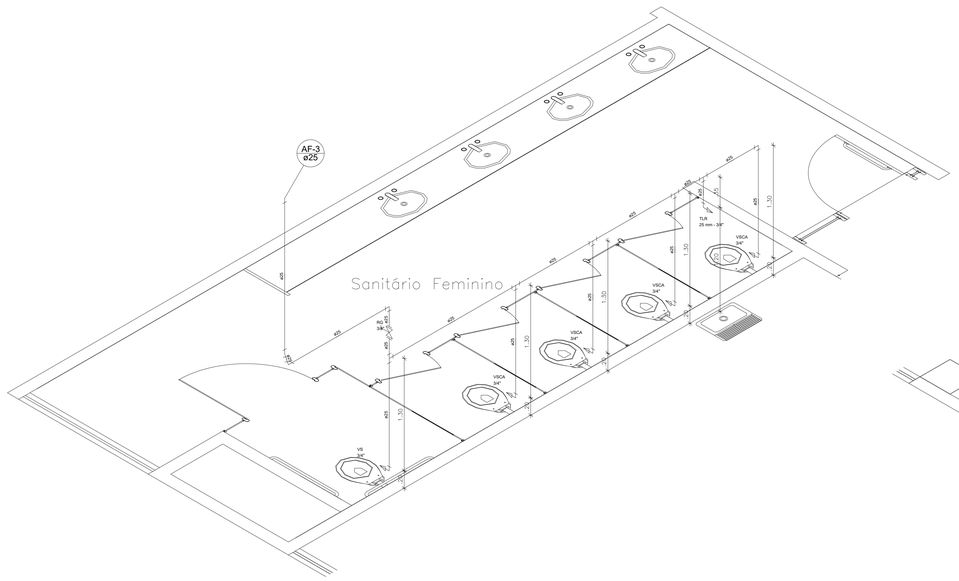
Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço:	Local:
AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA	SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

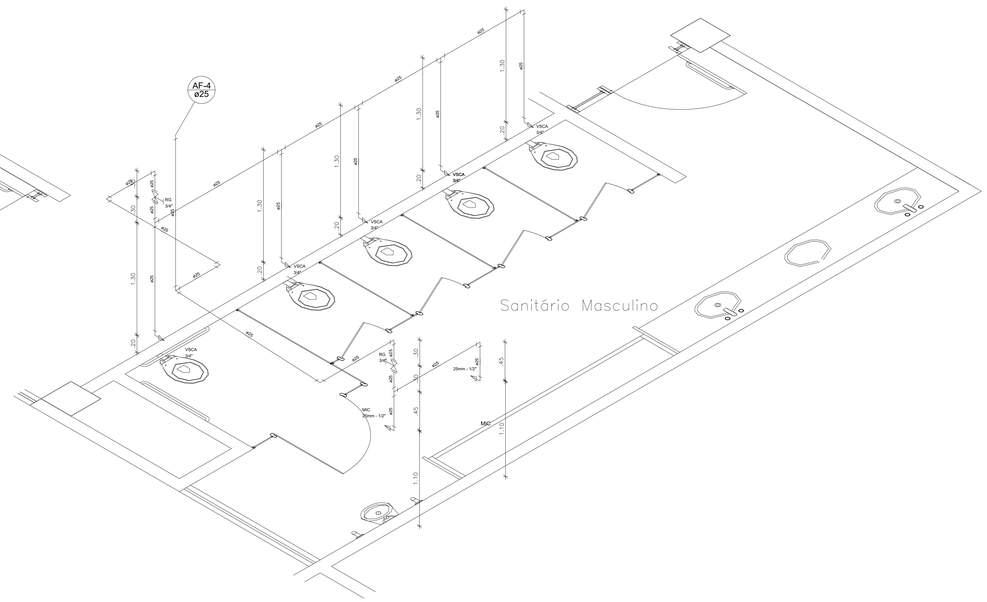
Título:
DETALHES ISOMÉTRICOS - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	COBERTURA
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:25	JUNHO/2017



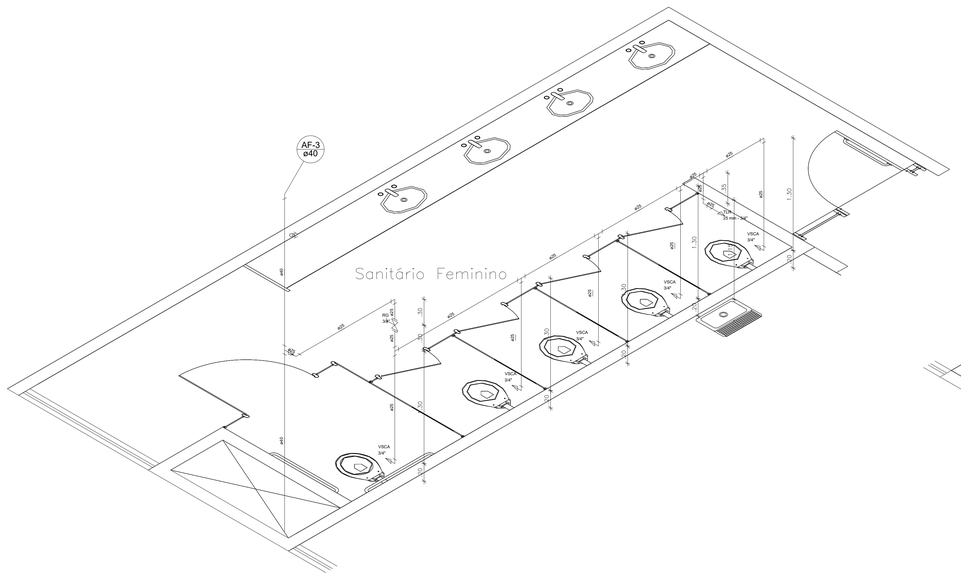
ISOMÉTRICO H2

ESCALA.....1:25



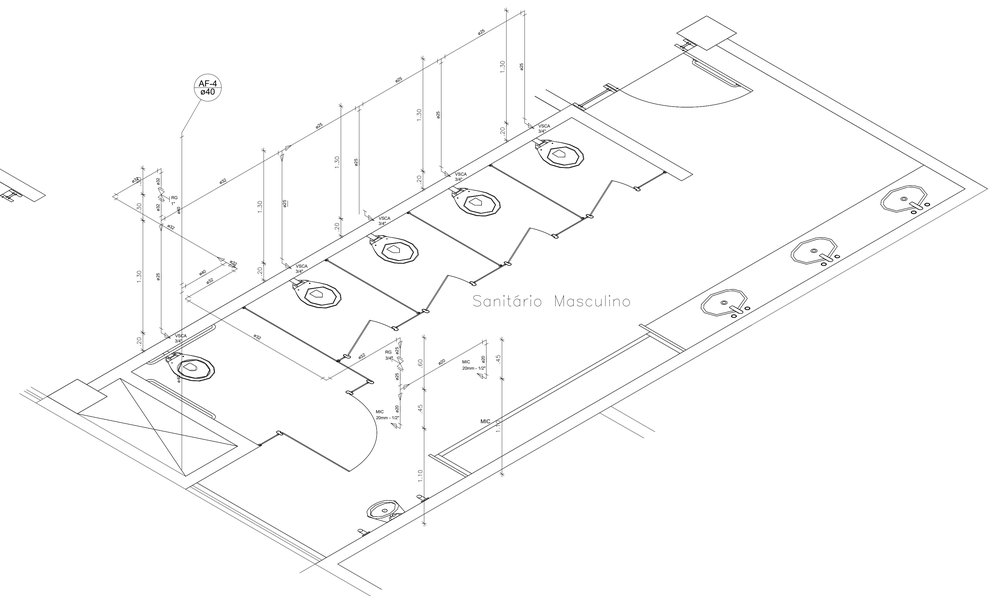
ISOMÉTRICO H3

ESCALA.....1:25



ISOMÉTRICO H11

ESCALA.....1:25



ISOMÉTRICO H12

ESCALA.....1:25

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

08-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

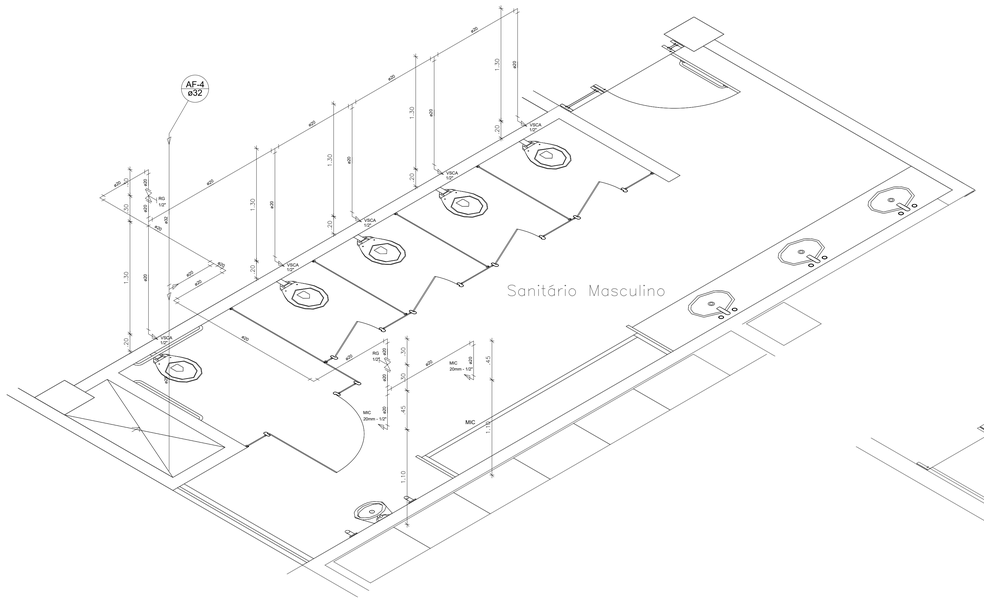
Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço:	Local:
AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA	SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

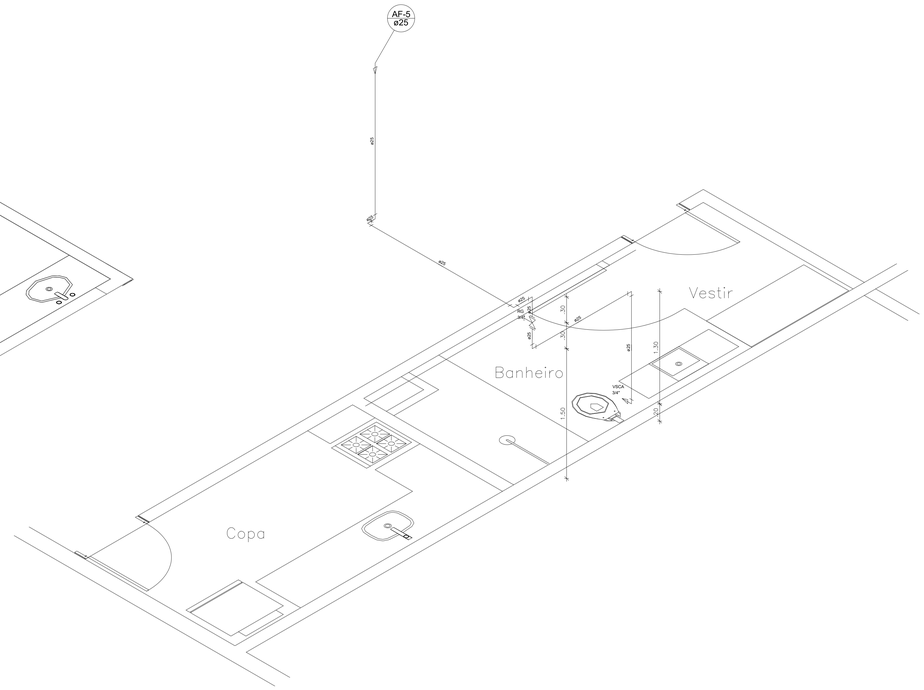
Título:
DETALHES ISOMÉTRICOS - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	COBERTURA
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:25	JUNHO/2017



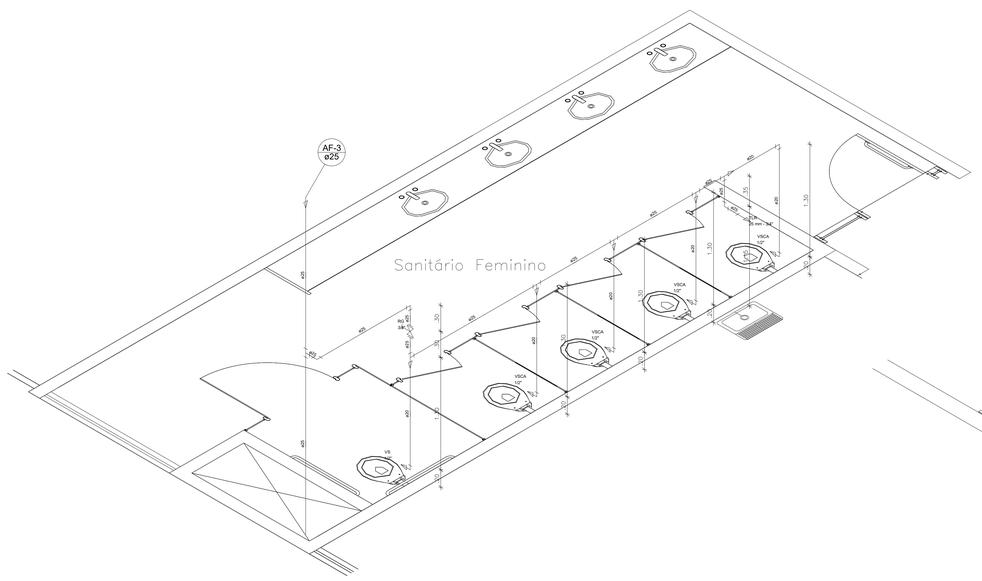
ISOMÉTRICO H7

ESCALA.....1:25



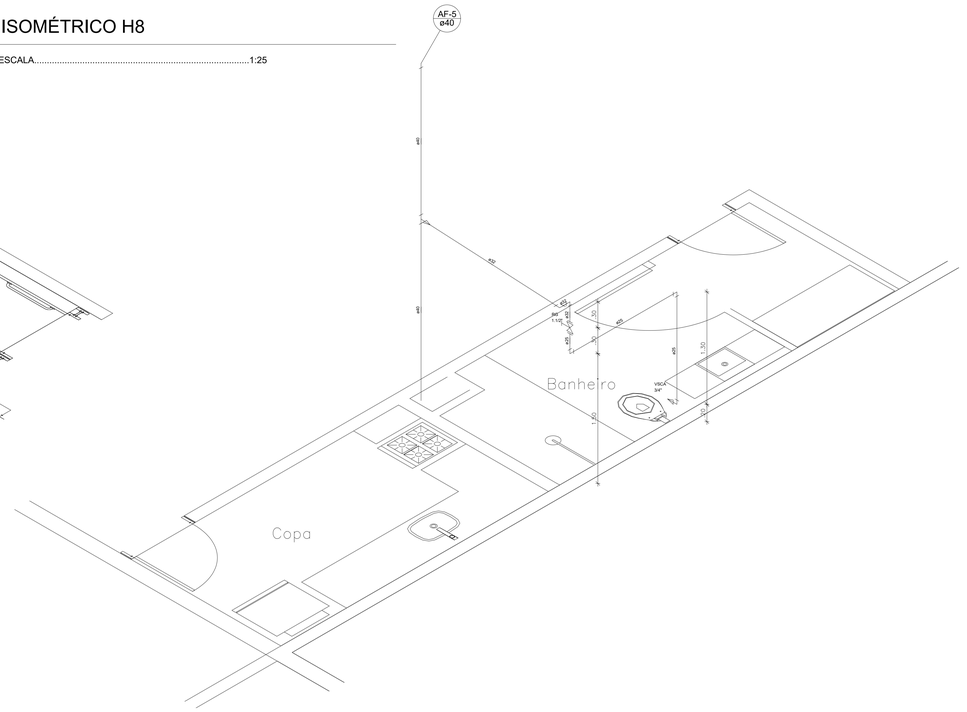
ISOMÉTRICO H8

ESCALA.....1:25



ISOMÉTRICO H6

ESCALA.....1:25



ISOMÉTRICO H13

ESCALA.....1:25

Legenda

- Luva dupla- coluna
- Luva simples- coluna
- Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel - RG
- MIC Mictório cerâmico com joelho de 90°
- RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC roscavel
- TLR Tanque de lavar com joelho de 90°
- VS Vaso sanitário com caixa acoplada
- MICC Mictório tipo calha com joelho de 90°
- Curva 90 longa- coluna
- CP Caixas de Passagem
- Bombas

UEMA

09-09

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Cidade Universitária Paulo VI
Caixa Postal 09 – São Luís/MA. FONE: (98) 2016-8100.

Projeto:
PROJETO DE REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Autor do projeto
IRANILDO BARBOSA DA SILVA JÚNIOR

Endereço: AV. CARLOS CUNHA, SN, CALHAU SÃO LUÍS - MA
Local: SEFAZ - MA

Proprietário:
GERÊNCIA DE ESTADO DA RECEITA ESTADUAL

Título:
DETALHES ISOMÉTRICOS - ÁGUA DE REUSO

Área Construída Total Prédio:	Recuo frontal:	Gabarito:
7.947,02m2	44,21m	COBERTURA
Área do terreno:	Escala:	Data:
9.987,77m2	1:25	JUNHO/2017