

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

César Bonamigo Bolzan

**SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA CINZA ORIGINÁRIA DE
APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UM PRÉDIO
COMERCIAL**

Porto Alegre

Junho 2017

CÉSAR BONAMIGO BOLZAN

**SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA CINZA ORIGINÁRIA DE
APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UM PRÉDIO
COMERCIAL**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre

Junho 2017

CÉSAR BONAMIGO BOLZAN

**SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA CINZA CAPTADA POR
APARELHOS DE AR CONDICIONADO EM UM PRÉDIO
COMERCIAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelo Relator na disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 12 de junho de 2017

Prof. Miguel Aloysio Sattler
PhD. pela University of Sheffield, Inglaterra
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luis Carlos Bonin
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Prof. Gino Roberto Gehling
Doutor pela Universitat Politecnica de Catalunya, Espanha

Dedico este trabalho a meus pais Ana Maria e José Luiz, meu irmão André Luiz e minha namorada Rayanne, por todo apoio e amor entregues durante o período de minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por em todos momentos difíceis de minha vida estar lá iluminando meu caminho e me dando forças para seguir o meu caminho.

A minha família, principalmente a meus pais, meu irmão, e minha namorada, que estiveram ao meu lado com seu amor e apoio em todos os momentos.

Ao Professor Doutor Miguel Sattler, por sua complacência e orientação durante a construção deste trabalho.

Em uma grande vitória, o que existe de melhor, é
que ela tira do vencedor o receio de uma derrota.

Friedrich Nietzsche

RESUMO

Este trabalho analisa a possibilidade da criação de um sistema de captação da água originária de aparelhos de ar condicionado do tipo *split*, para consumo com fins não potáveis, em um prédio comercial, Urban Concept, localizado no município de Porto Alegre – RS, no bairro Três Figueiras. Partindo de uma pesquisa sistemática da literatura, foi possível ter ciência da qualidade da água condensada por estes aparelhos, da interferência das condições climáticas no processo de condensação, e através destes termos, situar o empreendimento para poder quantificar e destinar adequadamente a água originária desta fonte. O estudo teve por objetivo avaliar a alternativa de abastecimento de água para fins não potáveis, para edificações que possuam um número considerável de aparelhos em frequente uso, como é o caso de um prédio comercial. O estudo permitirá explorar os diversos usos desta água, buscando alternativas de aproveitamento da água gerada por estes aparelhos, em prol da sustentabilidade e economia. Também, um estudo de viabilidade técnica e econômica para a implementação do sistema será feito, com a análise do período de retorno financeiro ao investimento.

Palavras-chave: Água de ar condicionado. estudo de caso, sustentabilidade, sistema de reuso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema das etapas do trabalho	20
Figura 2 – Parâmetros para reuso de águas	28
Figura 3 – Planta baixa de salas	36
Figura 4 – Série temporal de médias mensais de consumo de água	38
Figura 5 – Empreendimento Urban Concept Offices	39
Figura 6 – Área paisagística	40
Figura 7 – Planta baixa simplificada do pavimento térreo	42
Figura 8 – Método de coleta	44
Figura 9 - Diâmetros das tubulações e vazões máximas	50
Figura 10 – Esquemática da parte interna do aparelho de ar condicionado	52
Figura 11 – Detalhamento da laje técnica	53
Figura 12 – Fachada com posicionamento dos aparelhos	54
Figura 13 – Laje técnica de apoio aos aparelhos de sala comercial	55
Figura 14 – Pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização, em função do aparelho e da peça de utilização	57
Figura 15 – Estrutura de reservação e distribuição da água	58
Figura 16 – Espaço disponível para o sistema 1	59
Figura 17 – Componentes do sistema 2	61
Figura 18 – Laje de cobertura	62
Figura 19 – Custos da estrutura de reservação do sistema 1	65
Figura 20 – Dimensões de reservatório cilíndrico	66
Figura 21 – Orçamento de componentes hidráulicos do sistema 1	67
Figura 22 – Custos da estrutura de reservação do sistema 2	68
Figura 23 – Orçamento de componentes hidráulicos do sistema 2	69
Figura 24 – Orçamentos de empresas para limpeza de reservatórios	71
Figura 25 – Incidência de vazamentos em redes de água	72
Figura 26 – Gráfico de projeções dos reajustes anuais, via regressão linear	74
Figura 27 – Reajustes anuais previstos	74
Figura 28 – Análise do período de retorno do sistema 1	75
Figura 29 – Análise do período de retorno do sistema 2	76
Figura 30 – Análise do período de retorno do sistema misto	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas	23
Quadro 2 – Parâmetros microbiológicos da água potável	24
Quadro 3 – Dados climatológicos médios de Porto Alegre	31
Quadro 4 - Relação entre aparelhos de diferentes potências de refrigeração	34
Quadro 5 – Recomendações de manutenção do aparelho	34
Quadro 6 – Relação de áreas de aproveitamento da água de reuso	41
Quadro 7 - Resultado de amostragem quali-quantitativa da água	45
Quadro 8 – Medições de volume coletado	46
Quadro 9 - Unidades de Hunter, de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga	49

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IFMT - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso

NBR – Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNEP - United Nations Environment Programme

UNICEF - United Nations Children's Fund

WHO - World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

BTU - British Thermal Unit (Unidade Térmica Britânica)

DN – Diâmetro Nominal

m.c.a – Metros de Coluna d'Água

NMP – Número Mais Provável

NTU - Nefelometric Turbidity Unit (Unidade de Turbidez)

Pa - Pascal

PVC - Polyvinyl chloride (Policloreto de Vinil)

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

UFC – Unidades Formadoras de Colônias

UHC – Unidade Hunter de Contribuição

UR – Umidade Relativa

URM - Unidade de Referência Municipal

VPM – Valor Máximo Permitido

W - Umidade absoluta

Ws - Limite de saturação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2.2.1 Objetivo Principal	17
2.2.2 Objetivos Secundários	17
2.3 PRESSUPOSTOS	18
2.4 PREMISSAS	18
2.5 DELIMITAÇÕES	18
2.6 LIMITAÇÕES	18
2.7 DELINEAMENTO	19
3 CONCEITOS DA QUALIDADE DA ÁGUA	21
3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	21
3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	22
3.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	24
4 SITUAÇÃO AMBIENTAL	25
5 REUSO DE ÁGUA	27
5.1 CLASSES DE USO	27
5.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS	29
5.2.1 Águas Cinzas	29
5.2.2 Sistema de Reuso	30
6 UNIDADES E PARÂMETROS CONSIDERADOS	30
6.1 UMIDADE RELATIVA DO AR.....	31
6.2 TEMPERATURA	32
6.3 POTÊNCIA DO APARELHO DE AR CONDICIONADO	32
7 ÁGUA CONDENSADA DE AR CONDICIONADO	32
8 MÉTODOS DE CÁLCULO	35
8.1 CÁLCULO DE BTUs	35
8.2 CÁLCULO DE CONSUMO	36
9 TIPOLOGIA: URBAN CONCEPT OFFICES	38
9.1 POTENCIAL DE GERAÇÃO	39
9.2 USO DA ÁGUA PELA EDIFICAÇÃO	41
10 AMOSTRAGEM	43

10.1 MÉTODO DE MEDIÇÃO	43
10.2 RESULTADOS QUALI-QUANTITATIVOS	44
11 PROJETO	46
11.1 COMPONENTES	48
11.1.1 Tubulações	48
11.1.2 Ar-Condicionado	52
11.1.3 Reservatório D'Água	56
11.2 SISTEMA 1	56
11.3 SISTEMA 2	60
11.4 SISTEMA MISTO	61
12 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS	63
12.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	64
12.1.1 Custos do Sistema 1	64
12.1.1.1 Estrutura de Reservação da Água	64
12.1.1.2 Reservatório d'Água	66
12.1.1.3 Hidráulica	67
12.1.2 Custos do Sistema 2	67
12.1.2.1 Estrutura de Reservação da Água	68
12.1.2.2 Reservatório d'Água	68
12.1.2.3 Hidráulica	69
12.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO	70
12.3 PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	73
12.3.1 Sistema 1	75
12.3.2 Sistema 2	76
12.3.3 Sistema Misto	77
13 CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICE A	85
APÊNDICE B	86
APÊNDICE C	87
APÊNDICE D	88
ANEXO A	89
ANEXO B	93

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação a respeito da preservação do meio ambiente, Lettinga et al. (2001) alertam: “Nossa sociedade necessita incrementar mudanças nos hábitos e desenvolver estilos de vida sustentáveis, através de novos conhecimentos e tecnologias e trazer maior proteção ao meio ambiente”.

Sabe-se que poucas edificações fazem o reuso da água condensada, gerada por aparelhos de ar condicionado. Esta fonte de água cinza, segundo o manual do SINDUSCON (2005), tem potencial para abastecer um condomínio em diversos usos, como: em descargas de bacias sanitárias, lavagem de vidros, lavagem de veículos e a rega de jardins, requerendo para cada um destes fins, características específicas para a água.

Segundo Metcalf e Eddy (2004), o reuso de águas cinzas é uma prática cada vez mais difundida nos países desenvolvidos, mesmo onde a água ainda não é um recurso escasso, não somente pela necessidade de formação de uma nova consciência de que essa prática preserva o meio ambiente reduzindo impactos ambientais, como também pelo interesse no aprimoramento de tecnologias direcionadas ao reuso.

A qualidade deste bem, desde que alcançando um bom padrão, é perdida drasticamente quando da sua mistura com outros contaminantes na rede de esgotos. Tais perdas implicam na necessidade de tratamentos de maior complexidade para o reuso, para se obter o grau de pureza exigido pelas portarias de potabilidade.

Segundo classificação feita por Köppen (1936) e atualizada por Kottek (2006), a região metropolitana de Porto Alegre encontra-se na categoria de clima subtropical úmido com verão quente, umidade esta que potencializará esta fonte de captação de água, como será demonstrado no decorrer do trabalho.

O uso em maior escala deste meio de refrigeração é comum em prédios comerciais, onde os aparelhos permanecem ligados durante boa parte do período de trabalho.

Segundo Boulware (2013, p. 33), a água condensada advinda de aparelhos de ar condicionado, é, essencialmente, água destilada, com baixo conteúdo de minerais e com possível presença de microrganismos.

Esta água proveniente de aparelhos de ar condicionado, além de não ser reaproveitada, muitas vezes gera problemas de umidade nas edificações e conflitos com pedestres, que se deparam com gotas d'água caindo nos passeios públicos.

A proposta deste trabalho é de verificar a viabilidade técnica da implantação de um sistema de reaproveitamento da água, que vá gerar economia aos condôminos, juntamente com a eficiência no uso da água, assim, tornando o empreendimento mais sustentável e menos impactante sobre o meio ambiente.

Novos projetos poderão utilizar este trabalho para melhorar seus empreendimentos, proporcionando uma visão atual e mais instruída no que tange ao uso desta água de qualidade usualmente descartada nas redes de esgoto.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho estão subdivididas em questão de pesquisa, objetivos, pressupostos, premissa, delimitações, limitações e delineamento, sendo descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: em que medida o sistema de captação da água originária de aparelhos de ar condicionado contribuirá para o seu uso, como água não potável, em áreas condominiais do prédio comercial alvo do presente trabalho.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é avaliar alternativas para o aproveitamento da água condensada, com origem nos aparelhos de ar condicionado instalados na edificação estudada, se destinada para fins não potáveis, a fim de evitar o seu simples descarte na rede de esgoto, desperdiçando o seu potencial de utilização. Um projeto de sistema de aproveitamento da água será proposto, com sua viabilidade técnica e econômica a serem analisadas

2.2.2 Objetivos Secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) fazer uma verificação do uso atual da água proveniente dos aparelhos, no prédio em questão ;

- b) avaliar se a qualidade da água coletada dos aparelhos terá condições de atender ao uso que este trabalho propõe, segundo a NBR 13.969 (ABNT, 1997).
- c) criar alternativas de sistema para o reuso desta água por parte do condomínio, seguindo recomendações das normas vigentes;
- d) determinar o período de retorno do investimento feito nos sistemas propostos.

2.3 PRESSUPOSTOS

O trabalho tem por pressuposto:

- a) a água é um recurso finito e seu aproveitamento deve ser feito sempre que possível;
- b) a manutenção dos aparelhos de ar condicionado é feita de forma adequada;
- c) o prédio terá a totalidade de seus escritórios ocupada.
- d) elementos estruturais existentes na edificação, tais quais: laje térrea e laje de cobertura serão consideradas adequadas às solicitações surgentes, a partir da implantação das soluções propostas.
- e) serão considerados 22 dias úteis para um mês

2.4 PREMISSAS

O trabalho de pesquisa é realizado com a premissa de que prédios comerciais normalmente contam com um número significativo de aparelhos de ar condicionado, e que os mesmos, são fonte de um tipo de água pouco explorada pelas edificações atuais.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho de diplomação está delimitado ao estudo do potencial de aproveitamento da água em aparelhos do empreendimento comercial Urban Concept Offices, na cidade de Porto Alegre, RS.

2.6 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho são descritas a seguir:

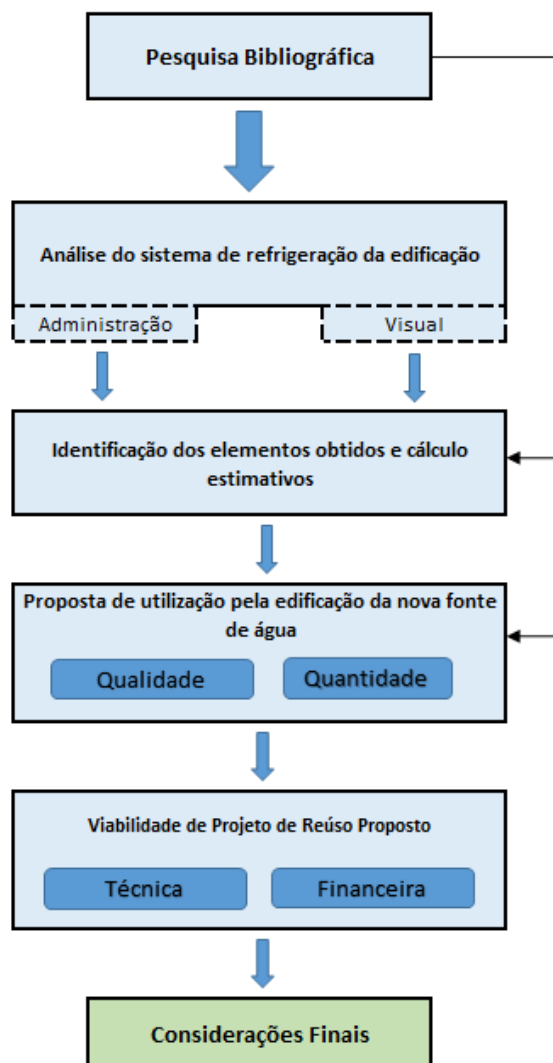
- a) a variável *quantidade de aparelhos, por pavimento tipo*, foi estimada a partir da observação das fachadas (Apêndice D);
- b) a solução proposta não terá por objetivo o seu aproveitamento no empreendimento estudado, limitando a possibilidade de verificar se os resultados obtidos via pesquisa serão confirmados;
- c) o cálculo da potência de refrigeração necessária para um aparelho de ar condicionado, em dada área, e demais parâmetros que influenciam na escolha do mesmo, para um certo ambiente, teve por base sites especializados, não demonstrado neste trabalho.
- d) em virtude de as temperaturas médias diárias no período do outono serem bem mais baixas em relação ao verão porto-alegrense, o uso dos aparelhos seria reduzido e a amostragem *in loco* se tornou inviável. Optou-se por utilizar estudos prévios de outros autores para verificação quali-quantitativa e então traduzir os dados à realidade do município de Porto Alegre-RS.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir (Figura 1) e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) análise do conjunto de aparelhos de refrigeração do prédio, com a quantidade mensurada através de conferência de plantas (Anexo B) e análise visual das fachadas;
- c) análise dos dados obtidos e cálculos estimativos;
- d) verificar a viabilidade técnica e econômica das soluções construtivas de reuso propostas;
- e) proposição de uma solução construtiva para aproveitamento da água captada dos aparelhos;
- e) analisar se a proposta se aplicaria técnica e economicamente à edificação alvo deste trabalho, através de estudo de período de retorno, realizando possíveis adaptações do sistema e verificando se a solução apresentada é satisfatória;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Esquema de fases do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

A primeira fase corresponde à **pesquisa bibliográfica**, que auxiliará no aprofundamento dos temas abordados neste trabalho, contribuindo para a fundamentação da proposta a ser avaliada. Por meio desta pesquisa, dados e parâmetros, poderão ser identificados como pertinentes ao desenvolvimento do trabalho. Através de normas técnicas, artigos, manuais, livros e demais fontes de informações referenciadas no trabalho, o mesmo terá sua sustentação fundamentada. A revisão bibliográfica, permitirá entender o funcionamento dos aparelhos climatizadores de ambientes, do tipo *split*, e também conhecer os estudos já existentes sobre a qualidade das águas provenientes desses aparelhos.

A fase seguinte da pesquisa, servirá para o **levantamento de dados** da edificação e de sua situação, no que diz respeito a sua atual infraestrutura de refrigeração. Estes dados serão coletados in loco, através de contato com o administrador condominial, com auxílio de plantas do imóvel, conferência visual da edificação e medição de áreas. Após a familiarização com as plantas do empreendimento, e identificação do número de aparelhos sendo utilizados atualmente no prédio, poderão ser determinados, a natureza e a possibilidade do reaproveitamento da água originária da refrigeração deste prédio.

Através da identificação dos elementos obtidos, e da **qualidade** da água reconhecida por autores em trabalhos anteriores, cálculos estimativos serão realizados para definir a **quantidade** de água disponível para reuso nesta edificação.

Com estes dados em mãos, poderá ser feita a proposição de uma **solução construtiva** para coleta, armazenagem e distribuição da água cinza para uso, assim como será possível a verificação da **viabilidade técnica e financeira** da implantação deste sistema.

3 CONCEITOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Serão apresentados a seguir, as características e parâmetros que são utilizados para definir a qualidade da água a ser consumida pelo usuário, seja este uso para fim potável, seja para outras finalidades às quais a água se destina.

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A água pode ser caracterizada fisicamente, de acordo com Bazzarella (2005), através dos parâmetros de turbidez, cor, temperatura e da concentração de sólidos dissolvidos. A temperatura pode contribuir para o desenvolvimento de microorganismos, enquanto a turbidez e a concentração de sólidos podem dar informações importantes quanto à possíveis entupimentos nas tubulações que transportam os efluentes, visto que as partículas sólidas e colóides presentes poderiam gerar esse problema no sistema.

3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Os parâmetros químicos, que são indicadores da qualidade de água, segundo Bazzarella (2005), são subdivididos quanto ao composto presente, como:

- a) compostos orgânicos;
- b) compostos nitrogenados e fosforados;
- c) compostos de enxofre;
- d) demais componentes.

Os riscos devido a produtos químicos na água de reuso são oriundos, principalmente, da presença de compostos à base de matéria orgânica, de nitrogênio, de enxofre e de metais pesados. Entretanto, esses riscos são muito mais baixos do que os causados por microrganismos patogênicos. Em virtude disso, os modelos de avaliação de risco para o reuso não potável são baseados nos riscos microbiológicos, sendo estes os que receberam a maior atenção nas diversas regulamentações de reuso de água (GREGORY et al., 1996, p. 265).

No quadro 1, estão discriminados, quantitativamente, todos os parâmetros químicos, com valores máximos permitidos, estabelecidos pela Portaria N. ° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. São definidos neste documento, os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Quadro 1 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas

Parâmetro	Unidade	VMP (Valor Máximo Permitido)	Parâmetro	Unidade	VMP
<i>Inorgânicas</i>			<i>Agrotóxicos</i>		
Antimônio	mg/L	0,005	2,4 D + 2,4,5 T	µg/L	30
Arsênio	mg/L	0,01	Alaclor	µg/L	20
Bário	mg/L	0,7	Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido	µg/L	10
Cádmio	mg/L	0,005	Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03
Chumbo	mg/L	0,01	Atrazina	µg/L	2
Cianeto	mg/L	0,07	Carbendazim + benomil	µg/L	120
Cobre	mg/L	2	Carbofurano	µg/L	7
Cromo	mg/L	0,05	Clordano	µg/L	0,2
Fluoreto	mg/L	1,5	Clorpirifós + clorpirifós-oxon	µg/L	30
Mercúrio	mg/L	0,001	DDT + DDD + DDE	µg/L	1
Níquel	mg/L	0,07	Diuron	µg/L	90
Nitrato (Como N)	mg/L	10	Endossulfan (α β e sais)	µg/L	20
Nitrito (Como N)	mg/L	1	Endrin	µg/L	0,6
Selênio	mg/L	0,01	Glifosato + AMPA	µg/L	500
Urânio	mg/L	0,03	Lindano (gama HCH)	µg/L	2
<i>Orgânicas</i>			Mancozebe	µg/L	180
Acrilamida	µg/L	0,5	Metamidofós	µg/L	12
Benzeno	µg/L	5	Metolacoloro	µg/L	10
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7	Molinato	µg/L	6
Cloreto de Vinila	µg/L	2	Parationa Metilica	µg/L	9
1,2 Dicloroetano	µg/L	10	Pendimentalina	µg/L	20
1,1 Dicloroetano	µg/L	30	Permetrina	µg/L	20
1,2 Dicloroetano (cis+trans)	µg/L	50	Profenofós	µg/L	60
Diclorometano	µg/L	20	Simazina	µg/L	2
Di(2-etilhexil) ftalato	µg/L	8	Tebuconazol	µg/L	180
Estireno	µg/L	20	Terbufós	µg/L	1,2
Pentaclorofenol	µg/L	9	Trifluralina	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	4	<i>Desinfetantes e Produtos Secundários da Desinfecção</i>		
Tetracloroetano	µg/L	40	Bromato	mg/L	0,01
Triclorobenzenos	µg/L	20	Clorito	mg/L	1
Tricloroetano	µg/L	20	Cloro residual livre	mg/L	5
			Cloraminas Total	mg/L	4
			2, 4, 6 Triclorofenol	mg/L	0,2
			Trihalometanos Total	mg/L	0,1
			Ácidos halocéticos total	mg/L	0,08

(fonte: Ministério da Saúde, Portaria N. ° 2914, DE 12/12/2011)

3.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Jeppesen (1996) cita que as águas cinzas podem conter coliformes termotolerantes em concentrações elevadas, indicando risco à saúde pública pela presença potencial de microrganismos patogênicos. Assim, é necessário a aplicação de diretrizes adequadas para possibilitar o reuso seguro e a redução do consumo de água potável.

A World Health Organization (2011) cita os diversos microrganismos que comumente são encontradas na água e faz a contextualização da sua presença para o consumo humano, segundo o risco que oferecem para a saúde humana, citando algumas características pertinentes do comportamento destes contaminantes microbiológicos (quadro 2).

Quadro 2 - Parâmetros microbiológicos da água potável

	Organismos Patogênicos	Importância a Saúde	Persistência na fonte de água	Infectividade Relativa
Bactérias	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Pequena
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Alta	Moderada	Moderada
	<i>Escherichia coli</i> - Patogênica	Alta	Moderada	Pequena
	<i>Escherichia coli</i> - Enterohemorrágica	Alta	Moderada	Alta
	<i>Francisella tularensis</i>	Alta	Longa	Alta
	<i>Legionella</i> spp	Alta	Pode multiplicar-se	Moderada
	<i>Leptospira</i>	Alta	Longa	Alta
	<i>Mycobacteria</i> (não <i>tuberculosis</i>)	Baixa	Pode multiplicar-se	Pequena
	<i>Salmonella</i> Typhi	Alta	Moderada	Pequena
	Outras salmonelas	Alta	Pode multiplicar-se	Pequena
	<i>Shigella</i> spp.	Alta	Pequena	Alta
<i>Vibrio cholerae</i>	Alta	Pequena a longa	Pequena	
Vírus	Adenovirus	Moderada	Longa	Alta
	Astrovirus	Moderada	Longa	Alta
	Enterovirus	Alta	Longa	Alta
	Hepatite A virus	Alta	Longa	Alta
	Hepatite B virus	Alta	Longa	Alta
	Norovirus	Alta	Longa	Alta
	Rotavirus	Alta	Longa	Alta
	Sapovirus	Alta	Longa	Alta
Protozoários	<i>Acanthamoeba</i> spp	Alta	Pode multiplicar-se	Alta
	<i>Cryptosporidium hominis</i> / <i>parvum</i>	Alta	Longa	Alta
	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alta	Longa	Alta
	<i>Entamoeba</i>	Alta	Moderada	Alta
	<i>Giardia intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta
	<i>Naegleria fowleri</i>	Alta	Pode multiplicar-se	Moderada
Helmintos	<i>Dracunculus medinensis</i>	Alta	Moderada	Alta
	<i>Schistosoma</i> spp.	Alta	Pequena	Alta

(fonte: traduzido de WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality. 4th. Ed. Geneva: WHO, 2011)

4 SITUAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com Shiklomanov (2001), há cerca de 1.386 milhões de km³ de água no planeta Terra, sob as formas líquida e congelada, sendo que 97,5% do volume total são águas salgadas, que estão nos oceanos, e 2,5% são águas doces, que estão nos lagos, rios, geleiras e no subsolo.

Sabemos que a água é um recurso finito em nosso planeta, e a partir disso existe uma preocupação acerca deste bem que, é de fundamental importância para a vida humana. A partir do conhecimento da situação atual da oferta de água em boas condições de consumo, e do crescimento exponencial da população, pode-se traçar uma perspectiva de que este bem, que hoje está disponível em níveis razoáveis, potencialmente, se tornará escasso em um futuro não muito distante.

De acordo com Maia Neto (1997), o potencial hídrico do planeta é de aproximadamente 1,4 bilhões de km³, mas somente 14 mil km³/ano de água doce é de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas.

Os problemas relacionados a água, estão crescentemente sendo reconhecidos como uma das mais imediatas e sérias ameaças ambientais para a humanidade. O uso da água mais do que triplicou globalmente, desde 1950, e uma a cada seis pessoas não tem acesso regular a água segura para beber. A falta de acesso a este suprimento de água potável e saneamento afeta a saúde de 1,2 bilhões de pessoas. A última perspectiva global do programa de meio ambiente das Nações Unidas (UNEP), relata que cerca de um terço da população mundial atualmente vive em países que sofrem de moderado a alto estresse com questões de água (WHO, 2000).

A Fundação Nacional de Saúde (2007) comenta as principais características biológicas do esgoto doméstico, o qual é composto essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem, como sendo: microrganismos de águas residuais e indicadores de poluição. Estes parâmetros são expostos da seguinte forma:

a) microrganismos de águas residuais.

Os principais organismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas. Deste grupo, as bactérias são

as mais importantes, pois são responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza, como nas estações de tratamento.

b) indicadores de poluição.

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma específica de poluição.

Com relação a poluição da água, três situações são mais comuns e dependem de estágios de desenvolvimento social e industrial, de acordo com Braile (1979):

As formas de poluição da água são várias, de origem natural ou como resultado das atividades humanas, e seus estágios são categorizados da seguinte forma:

- a) primeiro estágio: **poluição patogênica**. Neste estágio, as exigências quanto à qualidade da água são relativamente pequenas, tornando-se comuns as enfermidades veiculadas pela água. O uso de estações de tratamento de água e sistemas de adução podem prevenir os problemas sanitários neste estágio;
- b) segundo estágio: **poluição total**. Este estágio define-se como aquele em que os corpos receptores tornam-se realmente afetados pela carga poluidora que recebem (expressa como sólidos em suspensão e consumo de oxigênio). Este estágio normalmente ocorre durante o desenvolvimento industrial e o crescimento das áreas urbanas. Os prejuízos causados ao corpo receptor e, em consequência, à população podem ser reduzidos com a implantação de sistemas eficientes de tratamento de água e de esgotos;
- c) terceiro estágio: **poluição química**. Este estágio é o da poluição insidiosa, causada pelo contínuo uso da água. O consumo de água aumenta em função do aumento da população e da produção industrial. Cada dia é maior a quantidade de água retirada dos rios e maior e mais diversa a poluição neles descarregada.

Também segundo Rebouças (1999), nas áreas onde já ocorrem desenvolvimento industrial significativo, a condição de proporcionar água de qualidade segura às populações apresenta-se, com frequência crescente, muito difícil, em face da quase impossibilidade de eliminação dos micropoluentes presentes nas águas pelos métodos e sistemas convencionais de tratamento.

As instalações hidrossanitárias das edificações deverão ser projetadas e executadas, contemplando o uso de equipamentos para o combate ao desperdício de água e o reaproveitamento das águas (PORTO ALEGRE, 2009).

5 REUSO DE ÁGUA

Potenciais fontes de água identificadas para reuso urbano são o esgoto doméstico, as águas cinzas e a água de chuva (MAY, 2009).

5.1 CLASSES DE USO

A ABNT, no papel de entidade responsável pela elaboração e publicação de normas técnicas no Brasil, através da NBR 13.969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p. 22), apresenta uma classificação para a aplicação das águas de reuso, citados abaixo:

- a) **Classe 1:** Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador.
- b) **Classe 2:** Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos.
- c) **Classe 3:** Reuso na descarga dos vasos sanitários.
- d) **Classe 4:** Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gado e outros cultivos, através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Para cada fim citado acima, a norma define os parâmetros e requisitos para reuso de águas, que são explicitados na figura 2.

Figura 2 - Parâmetros para reuso de águas.

Parâmetros	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
pH	entre 6 e 8	--	--	--
Turbidez (NTU)	< 5	< 5	< 10	--
Sólido dissolvido total (SDT) (mg/L)	< 200	--	--	--
Cloro residual (mg/L)	entre 0,5 1,5	> 5	--	--
Coliforme fecal (NMP/100 mL)	< 200	< 500	< 500	< 5000
Oxigênio dissolvido (mg/L)	--	--	--	> 2

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13969/1997)

Deve-se sempre ter em mente que a segurança dos usuários deve ser tida como fator primordial na escolha do uso da água, evitando que a saúde dos mesmos seja por ela afetada.

Existe um lago com fontes de água no empreendimento estudado por este trabalho. Em uma conversa com funcionária da empresa responsável pela manutenção destes elementos paisagísticos, explicitada no apêndice C, foi comentado que existe o cuidado, em fazer o tratamento desta água, com aplicação de cloro e algicidas à base de cobre. Tal medida é exigida, de acordo com NBR 13.969 (ABNT, 1997), que classifica: “as águas a serem utilizadas para lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes devem ter:

- a) turbidez inferior a cinco,
- b) número de coliformes fecais inferior a 200 NMP/100 mL;
- c) sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L;
- d) pH entre 6,0 e 8,0;
- e) cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L”.

O trabalho, porém, não tratará do reuso da água dos aparelhos de ar condicionado para o lago do empreendimento, portanto os requisitos para a água, será de classe 2, conforme NBR 13.969 (ABNT, 1997).

5.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Água residuária é um termo usado para caracterizar os dejetos provenientes das diversas modalidades de uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial; as de estabelecimentos públicos, áreas agrícolas; de superfície, de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários (BRAGA et al., 2002).

Também, de acordo com Otterpohl (2001), o esgoto sanitário gerado nas residências pode ser segregado da seguinte forma:

- a) **Água negra:** efluente proveniente dos vasos sanitários, incluindo fezes, urina e papel higiênico, principalmente;
- b) **Água cinza:** águas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários;
- c) **Água amarela:** representando somente a urina.
- d) **Água marrom:** representando somente as fezes.

O gerenciamento racional das águas residuárias pode resultar em significativa economia de água potável nas residências, redução da eutrofização de corpos de água, além de propiciar a reciclagem de importantes quantidades de nutrientes, como nitrogênio, fósforo, entre outros, para a agricultura, substituindo os fertilizantes químicos e minimizando a poluição (REBOUÇAS et al., 2007)

5.2.1 Águas Cinzas

Para May (2009), são consideradas águas cinzas, todo esgoto doméstico, excluindo a água do vaso sanitário e da pia de cozinha. Fiori et al. (2006, p. 21), sobre este tema, definem da mesma forma, porém acrescentam que não há um consenso internacional quanto ao conceito de água cinza.

As águas cinzas são as mais adequadas para reuso, por sua baixa carga orgânica. O tratamento e desinfecção das mesmas são importantes para a utilização segura e esteticamente adequada da água de reuso. Tecnologias de tratamento de água cinza devem poder lidar com variações na concentração de orgânicos e patogênicos, para produzir um efluente de qualidade adequada e segura (GIDEON et al., 2008).

5.2.2 Sistemas de Reuso

Utilizar água não proveniente da concessionária traz o ônus de alguém se tornar “produtor de água” e, portanto, se tornar responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo. Alguns cuidados referentes ao uso deste sistema de reuso, devem ser tomados:

- a) o sistema hidráulico deve ser identificado e totalmente independente das demais estruturas que são alimentadas pela concessionária;
- b) torneiras de água não potável devem ter acesso restrito;
- c) instruções devem ser transmitidas aos usuários, seja como forma de treinamento a funcionários, ou como alerta a consumidores desta água.

Ressalta-se que a normalização brasileira ainda não contempla todos os requisitos necessários para a implementação de sistema alternativos de oferta de água (BRASIL, 2005, p, 50).

6 UNIDADES E PARÂMETROS CONSIDERADOS

Para o melhor aproveitamento das águas oriundas de aparelhos de ar condicionado, devem ser analisados alguns parâmetros, que influenciarão no rendimento do sistema, assim proporcionando maior captação desta água cinza.

Segundo Varejão (2000, p. 103), em regiões tropicais, quentes e úmidas, o vapor d’água pode ser encontrado, próximo à superfície, em uma proporção tão alta quanto 40g por quilograma de ar seco; nas zonas polares frias e secas, esse valor pode cair para cerca de 0,5 g por quilograma de ar seco.

Temos na cidade de Porto Alegre-RS, os seguintes dados climatológicos médios que influenciarão no processo de condensação local, referentes ao período de 1961 a 1990, ilustrados no quadro 3.

Quadro 3 - Dados climatológicos médios de Porto Alegre

Dados Climatológicos para Porto Alegre													
Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Ano
Temperatura máxima absoluta (°C)	39,2	40,6	38,1	36	32,7	31,6	32,2	35,2	38	38,2	39	39,8	40,6
Temperatura máxima média (°C)	30,2	30,1	28,3	25,2	22,1	19,4	20,3	20,4	21,8	24,4	26,7	29	24,8
Temperatura média (°C)	24,6	24,6	23,1	19,9	16,9	14,3	14,4	15,2	16,8	19,1	21,2	23,3	19,5
Umidade relativa (%)	71	74	75	77	81	82	81	79	78	74	71	69	76
Horas de sol	239	208,1	200,7	180,3	166,1	136	148,6	151,1	151,2	201,9	216,6	245,2	2244,8

(fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (normais climatológicas de 1961-1990)).

6.1 UMIDADE RELATIVA DO AR

De acordo com Selli (2016): “umidade é o vapor d’água existente na atmosfera e que está em suspensão no ar. Este vapor é originário da evaporação de lagos, rios, mares, produtos com umidade, etc”.

O processo de condensação é delineado por Mendonça (2005):

O limite de saturação do ar é entendido como sendo a quantidade máxima de vapor de água que o mesmo pode conter. Tem-se por umidade absoluta, a quantidade de vapor de água que o ar contém. A umidade relativa representa o quociente entre a umidade absoluta e a quantidade máxima de vapor que poderia conter a essa temperatura (limite de saturação):

Umidade relativa (Hr) = Umidade absoluta (W) / Limite de saturação (Ws) (Equação 1)

O seu valor é expresso em percentagem (%). Sempre que a umidade relativa atinge o valor do limite de saturação, todo o vapor de água além desse valor condensará. A condensação é a passagem ao estado líquido do vapor de água existente no ar em excesso, relativamente ao limite de saturação.

Segundo Canto (2008), um modo de o ar ficar saturado de água é mediante o resfriamento de uma amostra de ar, inicialmente não saturada de vapor de água, até uma temperatura na qual a concentração de vapor de água presente seja suficiente para saturá-la. Assim, quanto menor a temperatura, menor é a quantidade de vapor de água necessária para saturar uma amostra de ar. Com o decréscimo da temperatura do ar, a quantidade de vapor de água presente pode, em determinado instante, ser suficiente para saturar o ar e, a partir de então, o vapor de água passa a se condensar nos núcleos de condensação.

6.2 TEMPERATURA

A temperatura tem papel influente na frequência de utilização dos aparelhos de ar condicionado, uma vez que o aumento da mesma é causador de desconforto térmico aos usuários. Como a época considerada para a análise foi aquela com temperaturas mais altas, teremos, em tal estação, um número relevante de aparelhos ligados simultaneamente.

De acordo com Mendonça (2005), a temperatura de uma massa de ar faz variar a umidade relativa, esta diminuindo quando a temperatura aumenta (devido ao aumento do limite de saturação) e aumentando quando a temperatura decresce (devido ao decréscimo do limite de saturação), mantendo-se constante o valor da umidade absoluta.

6.3 POTÊNCIA DO APARELHO DE AR CONDICIONADO

Aparelhos de ar condicionado com diferentes potências, succionam uma quantidade proporcional de ar do ambiente externo à edificação. Esta característica do aparelho escolhido para refrigerar um ambiente, será um fator preponderante para se conhecer a quantidade de água possível de ser captada.

7 ÁGUA CONDENSADA DE AR CONDICIONADO

Segundo Boulware (2013, p.38), a água condensada por aparelhos de ar condicionado é considerada de qualidade, uma vez que apresenta baixos teores de minerais e compostos químicos. Desta forma, esta água pode ser utilizada para os mais diversos fins, com a ressalva em termos da qualidade, quanto à possível presença de bactérias. Sendo assim, é necessário ser cuidadoso quando se pensa em direcionar este tipo de água ao consumo humano. Além disso, o autor aponta que em locais onde aerossóis são gerados, como, por exemplo, nos sistemas de proteção contra incêndio com chuveiros automáticos, o uso da água originária de aparelhos de ar condicionado deve ser evitado, devido a possibilidade de as pessoas na vizinhança serem expostas a estes microrganismos.

Se o uso de água de equipamentos de ar condicionado puder expor pessoas a inalação de bactérias, então ela deve sofrer um processo de purificação antes de seu uso. Exemplos comuns de aplicações desta água são:

- a) Irrigação de áreas verdes (tratamento dispensável, se for utilizada em irrigação subterrânea)
- b) Piscina (se tratada com biocidas)
- c) Água doméstica (se tratada com biocidas)
- d) Torres de resfriamento
- e) Processos industriais

Por conta dos aerossóis gerados pela descarga em vasos sanitários, a água pode ser destinada a este uso, desde que filtrada e higienizada.

Uma questão que envolve certo desconforto à cidade, quando se trata do uso de aparelhos de ar condicionado, é o problema do gotejamento de água em passeios públicos. Danos no passeio e em marquises de prédios são comumente encontrados, além da geração de desconforto em pedestres, que acabam sendo molhados e tendo de tomar cuidado com calçadas escorregadias.

Tais prejuízos criados por infraestrutura insuficiente de instalações dos aparelhos de ar condicionado, são geradores de multas no município de Porto Alegre, por deixarem cair água sobre os passeios. A infração é punida com o pagamento de 0,7 a 3,5 URMs (PORTO ALEGRE. Lei nº 12, de 07 de janeiro de 1975).

Com relação aos aparelhos de ar condicionado utilizados como padrão no trabalho, seus dados são fornecidos pela Samsung (quadro 4), e revelam a quantidade de 1,8 L/h, de umidade retirada do ambiente, por um aparelho de 18.000 BTUs.

De acordo com Lima et al. (2015), aparelhos de ar condicionado do tipo *split*, com potência de refrigeração de 24.000 BTUs, foram testados em Mato Grosso, na cidade de Cuiabá. A vazão dimensionada de água variou, em função da umidade relativa do ar, ficando em torno de 2 litros por hora, para uma umidade relativa em torno de 15%; e de 5 litros por hora, para umidade relativa em torno de 60%.

A relação entre a potência, em BTUs, com a remoção de umidade do ar, é ilustrada por Samsung (quadro 4). Utilizando o estudo realizado em Cuiabá, por Lima et al. (2015),

vemos que o dado referente à remoção de umidade fornecido pelo fabricante, de 1,8 litros por hora de funcionamento, é facilmente obtido no clima de Porto Alegre e poderia então, ser utilizado de forma conservadora para o prosseguimento do trabalho e assim declarar o potencial quantitativo de água captada pelo conjunto de aparelhos de ar condicionado do prédio estudado.

Quadro 4 - Relação entre aparelhos de diferentes potências de refrigeração

Capacidade de Resfriamento 9000 BTU's	
Remoção de Umidade	0,9 l/h
Circulação de Ar	10,5 m ³ /min
Capacidade de Resfriamento 18000 BTU's	
Remoção de Umidade	1,8 l/h
Circulação de Ar	18 m ³ /min
Capacidade de Resfriamento 24000 BTU's	
Remoção de Umidade	2,4 l/h
Circulação de Ar	20 m ³ /min

(fonte: SAMSUNG)

A Samsung também salienta a necessidade de manutenções periódicas que devem ser realizadas no aparelho de ar condicionado, para que o seu bom funcionamento seja garantido. Essas manutenções e suas respectivas frequências de execução são demonstradas no quadro 5.

Quadro 5 – Recomendações de manutenção do aparelho

Tipo	Descrição	A cada 2 semanas	A cada 3 meses	A cada 4 meses	Uma vez por ano
Unidade interna	Limpar o filtro de ar (1)	●			
	Limpe o recipiente de drenagem de condensação (2)				●
	Limpe todo o trocador de calor (2)				●
	Limpe o tubo de drenagem de condensação (2)			●	
	Substitua as baterias do controle remoto (1)				●
Unidade externa	Limpe o trocador de calor na parte externa da unidade (2)			●	
	Limpe o trocador de calor na parte interna da unidade (2)				●
	Limpe os componentes elétricos com jatos de ar (2)				●
	Verifique se todos os componentes elétricos estão firmemente apertados (2)				●
	Limpe o ventilador (2)				●
	Verifique se todo o grupo do ventilador está firmemente apertado(2)				●
	Limpe o recipiente de drenagem de condensação (2)				●

(fonte: SAMSUNG)

8 MÉTODOS DE CÁLCULO

Os cálculos que foram utilizados para a elaboração deste trabalho, levam em conta a captação de água considerando dias de alta umidade relativa do ar, com temperaturas típicas da cidade de Porto Alegre. Estes fatores externos contribuirão para que o período de uso do ar-condicionado pelos usuários seja elevado. Diante do exposto, será arbitrado o uso simultâneo de 80% dos aparelhos presentes na edificação, para fins de cálculo.

8.1 CÁLCULO DE BTUs

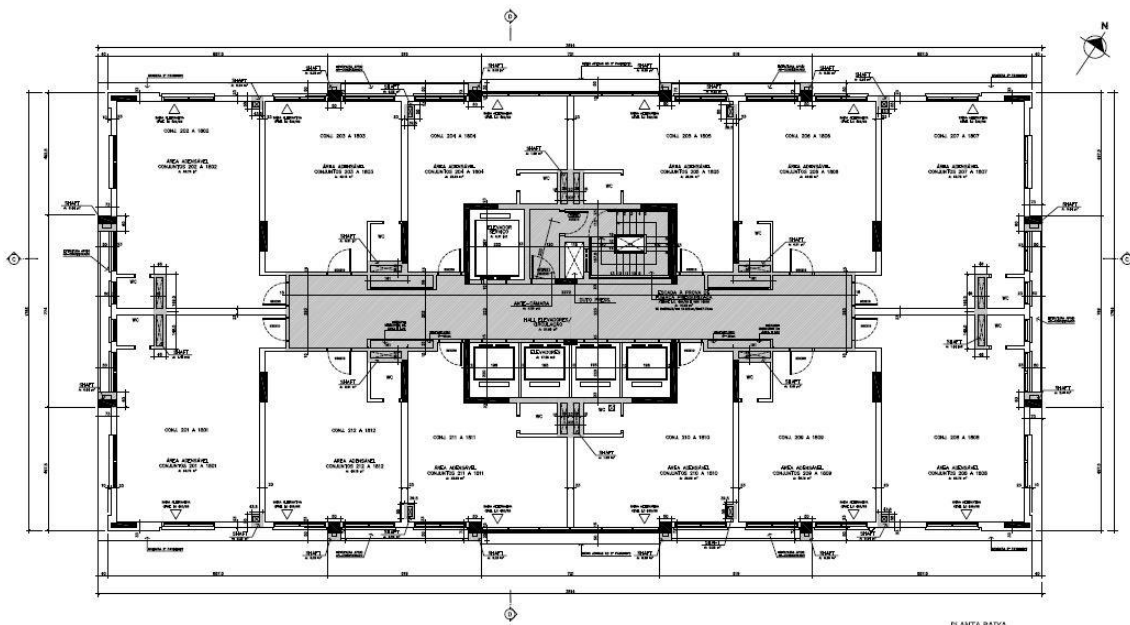
O cálculo da potência do aparelho de ar condicionado deve ser feito, de modo tal que o mesmo atenda às necessidades de refrigeração dos ambientes que pertencem às salas comerciais da edificação em questão (figura 3).

No trabalho, foi utilizado uma ferramenta de cálculo de potência, em BTUs, disponibilizada pela empresa LG, que considera os diversos parâmetros que influenciam na escolha da potência do aparelho a ser instalado em um ambiente, são eles:

- a) **Região do País:** Sul
- b) **Ambiente:** Escritório
- c) **Área:** 20 m² por ambiente
- d) **Cobertura:** Entre pavimentos
- e) **Iluminação:** Fluorescente
- f) **Insolação:** À tarde
- g) **Número de pessoas:** 2
- h) **Equipamentos:** Um televisor e dois computadores

Com esses dados de entrada se obtém uma potência de refrigeração necessária de 18.000 BTUs, para cada aparelho instalado, em cada ambiente.

Figura 3 - Planta baixa de salas



(fonte: CYRELA)

8.2 CÁLCULO DE CONSUMO

Conforme São Paulo (2012), o consumo médio diário de água, per capita, em um edifício comercial, é de 50 litros. O autor considera a ocupação de 1 pessoa a cada 10 m² de área construída.

Como o prédio em estudo possui área privativa de 579 m² por pavimento tipo, teremos então aproximadamente 58 pessoas por andar. Dando prosseguimento aos cálculos, e considerando os 17 pavimentos tipo, são arbitradas 35 pessoas ocupando as áreas de mezanino e pilotis, desta forma, calcula-se a população do prédio:

$$P = 35_{pes} + 58_{pes} \times PV$$

Encontra-se a quantia de 1.021 pessoas presentes nesta edificação, em dias úteis. Sabendo que o consumo médio seria de 50 litros per capita:

$$Cd = 1.021_{pes} \times 50 \frac{L}{d. pes}$$

Sendo PV , o número de pavimentos tipo, o consumo diário do prédio, será de 51.050 litros de água. Como se trata de um prédio comercial, multiplica-se a população do prédio pela quantidade de dias úteis em um mês, e teremos o consumo mensal:

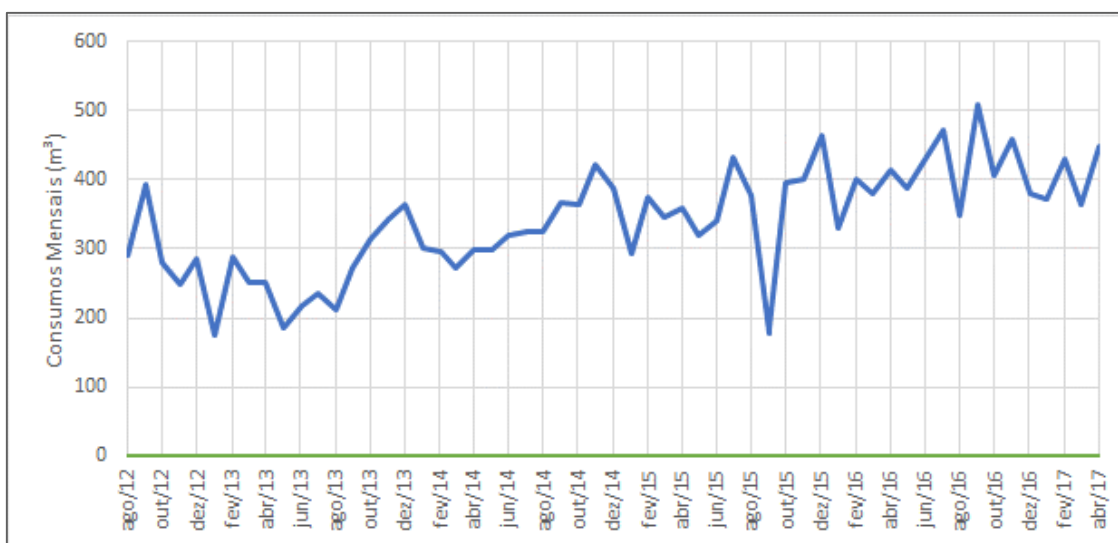
$$Cm = 51.050 \frac{L}{d} \times 21 \frac{d_u}{mês}$$

Logo, o consumo mensal calculado para a edificação, resulta em 1.066 m³.

Através de visualização do documento que apresenta as medições de consumo de água pela edificação (ANEXO A), se verifica que no mês mais recente de medição, foram consumidos 447 m³ de água no condomínio. Os valores dos consumos mensais seguem um padrão estável, com variações naturais, conforme a sazonalidade do uso da edificação. Em contato com funcionários, foi questionado os altos valores de consumo em meses em que o edifício ainda era desabitado, e se soube que problemas hidráulicos afetaram uma das bombas, resultando em desperdício da maior parte dos 1.394 m³ de água consumidos no mês de setembro de 2011.

Considerando que o início da série de dados fornecidos no Anexo 4 representa a fase de construção do empreendimento, somente os consumos a partir do mês de agosto de 2012 foram analisados, ano em que a documentação de habite-se foi entregue aos proprietários. Com esta amostra mais significativa de dados em mãos, foi possível obter um valor mais realista do consumo médio de água pelo condomínio, que abrangeu o período de agosto de 2012, até o mês de abril de 2017 (figura 4), resultando em um volume médio de 337,55 m³ mensais.

Figura 4 – Série temporal de médias mensais de consumo de água



(fonte: elaborado pelo autor)

9 TIPOLOGIA: URBAN CONCEPT OFFICES

O prédio (figura 5) se caracteriza por ser uma torre comercial, composta de pavimento térreo, mezanino, dois subsolos e os outros 17 pavimentos tipo, com 12 salas comerciais por andar. No mezanino funcionam: uma cafeteria, um anfiteatro, uma sala de reuniões, sala de ginástica e vestiário para funcionários. A área frontal do prédio é composta por jardins, com plantas ornamentais e fontes de água (figura 6).

Figura 5 - Empreendimento Urban Concept Offices



(fonte: elaborado pelo autor)

9.1 POTENCIAL DE GERAÇÃO

Elementos arquitetônicos da fachada, que servem de espera e proteção aos aparelhos, informam que a quantidade de aparelhos de ar condicionado, por pavimento tipo, seria de 26 unidades, além de outros 18 aparelhos que estariam presentes na área térrea, de pilotis e mezanino.

Este número estimado foi considerado, então, como um norteador da variável N , *número de aparelhos existentes na atual edificação*.

$$N = 18 + 26 \times PV \quad (\text{Equação 2})$$

Tal equação resulta em um total de 460 aparelhos de ar condicionado no prédio.

Atualmente, por meio de conversa com profissional de administração do condomínio, soube-se que a água proveniente dos aparelhos, não é utilizada para nenhum tipo de reaproveitamento.

Figura 6 - Área paisagística



(fonte: elaborado pelo autor)

Inicialmente, a vazão de água oriunda de um aparelho de ar condicionado foi considerada de 1,8 L/h, para cálculos preliminares, de acordo com o quadro 4.

Sabe-se, que esta vazão de água gerada irá variar, de acordo com outros parâmetros, tais quais: umidade, temperatura. Adotamos a informação do fabricante e consideramos que a vazão de remoção de água do ambiente, será integralmente convertida em água de condensação, passível de captação e reservação. Foi arbitrado, para mensuração da quantidade de água potencialmente captada em um dia, que 80% dos aparelhos estarão funcionando simultaneamente.

Então:

$$V = 460 \times 0,8 \times 1,8 \frac{L}{h} \quad (\text{Equação 3})$$

A equação 3 levará a um total de 662,4 litros gerados de água e passíveis de captação, por hora de funcionamento do conjunto de aparelhos de toda a edificação.

9.2 USO DA ÁGUA PELA EDIFICAÇÃO

De acordo com a literatura, adequa-se o uso da água de reuso para aproveitamento pelo condomínio, na utilização de: regas de jardins, limpeza de pisos e banheiros. A área de limpeza que será considerada para receber o aproveitamento da água de reuso, será toda aquela que faz parte do pavimento térreo (figura 7), e da área de mezanino. A quantidade de água potável a ser economizada nestes serviços rotineiros, trará considerável economia deste recurso.

Além do uso previsto para regas de jardim e limpeza de pisos, o uso da água cinza foi cogitado para a renovação de água de um lago, porém através de conversa com o responsável pela manutenção desta parte do empreendimento, contida no Apêndice C, verificou-se que a renovação da água é feita através da chuva, ou em casos de vazamentos, assim como quando houvesse necessidade da limpeza das pedras do leito.

Philippi et al. (2006), consideram adequado um consumo de água potável de 3L/m²/dia para a rega de jardins e gramados, com frequência de 8 vezes ao mês, e Melo et al. (1988) preveem a quantidade de 2 L/m²/dia para a lavagem de pisos.

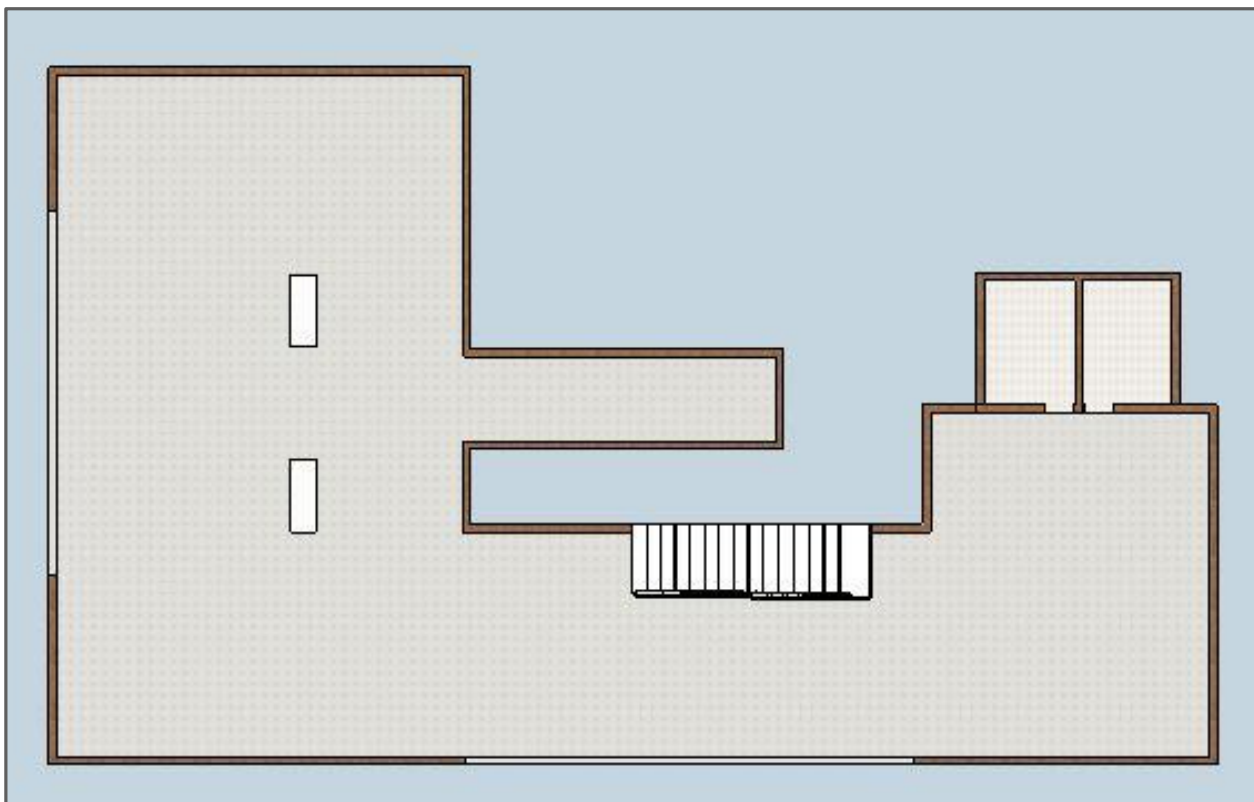
O quadro 6 identifica o consumo de água nestes usos e sua frequência de ocorrência.

Quadro 6 – Relação de áreas de aproveitamento da água de reuso

Tipo	Área (m ²)	Consumo (L/mês)	Consumo (L/dia)
Pisos	377,14	6.034	754
Jardins	318,00	7.632	954
Total		13.666	1.708

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 7 – Planta baixa simplificada do pavimento térreo



(fonte: elaborado pelo autor)

Em conversa com o profissional que presta serviços de limpeza no local, transcrita no Apêndice A desta monografia, foi informada a quantidade de água usada nos diversos serviços de limpeza do condomínio.

10 AMOSTRAGEM

Como a água proposta para o reuso tem qualidades e quantidades não tão bem conhecidas, faz-se o uso de amostragens, de modo a verificar e esclarecer estas características.

10.1 MÉTODO DE MEDIÇÃO

A fim de obter a natureza dos parâmetros da água, dados quantitativos elaborados por outros autores foram utilizados, como Carvalho (2012), e Lima et al. (2005), cujas metodologias se diferenciam em alguns aspectos, mas que, em sua maior parte, são convergentes e representam uma base para fundamentar o uso dos dados neste trabalho.

Carvalho (2012) expõe: “Foram instaladas mangueiras na saída da condensadora do aparelho em duas unidades. A água era coletada em recipiente com tampa e a cada hora de coleta, o volume era medido em proveta”.

Lima et al. (2015) comentam que a metodologia utilizada em sua pesquisa, foi a de construir aparatos de coleta (Figura 8), com os quais realizou-se quatro coletas em aparelhos do tipo *split* com 24.000 BTUs, em salas de aula do campus Bela Vista do IFMT.

Figura 8 – Método de coleta



(fonte: LIMA, 2005)

Lima et al. (2005) fizeram uso de galões de embalagem de água mineral, com volume de 20 litros. Estes recipientes foram devidamente graduados, com medidas em unidades de volume, para que a leitura fosse facilitada nas análises de laboratório.

10.2 RESULTADOS QUALI-QUANTITATIVOS

A análise dos parâmetros qualitativos da coleta de água feita por Lima et al. (2015), são indicadas no quadro 7.

Quadro 7 – Resultado de amostragem quantitativa da água

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido MS nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011	Resultados da análise da água de ar condicionado			
			05/09/14	02/10/14	11/11/14	02/12/14
Temperatura da água	°C	--	22	25	25	26
Temperatura do ar	°C	--	28	32	28	28
pH	--	6,0 a 9,5	6,7	6,9	7,4	6,9
Cor	Pt/L	15	0	0	0	0
Turbidez	UNT	5	3,27	2,14	1,39	1,16
Condutividade	mS	--	26,88	25	18,28	24,7
Dureza total	mg/L	500	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Resíduo total	mg/L	--	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Alcalinidade	mg/L	--	0,1	0,1	0,1	0,1
Oxigênio dissolvido	mg/L	--	1,08	4,04	3,7	4,0
Cloreto	mg/L	250	5	5	6	7
Cálcio	mg/L	--	8	6	6	4
Magnésio	mg/L	--	1,48	2,43	2,43	5,83
Manganês	mg/L	0,1	0,09	<0,001	0,003	0,003
Ferro total	mg/L	0,3	0,19	0,33	0,04	0,04
Fluoreto	mg/L	1,5	0,04	0,03	0,03	0,02
Nitrito	mg/L	1	0,58	0,55	0,23	0,4
Nitrato	mg/L	10	0,49	0,3	0,07	0,14
Nitrogênio amoniacal	mg/L	1,5	2,97	0,77	0,28	0,45
Ortofosfato	mg/L	--	0,01	<0,01	<0,01	0,01
Potássio	mg/L	--	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Sódio	mg/L	200	0,6	0,2	0,22	0,38
Silica solúvel	mg/L	--	0,69	0,45	0,10	0,5
Sulfato	mg/L	250	2,74	1,58	1,58	1,6
Sólidos suspensos totais	mg/L	--	15	1	2	14
Alumínio	mg/L	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Zinco	mg/L	5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre	mg/L	2	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Mercúrio	mg/L	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chumbo	mg/L	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Coliformes totais	UFC/100mL	Ausentes	17	196	134	Ausentes
Escherichia coli	UFC/100mL	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Legionella pneumophila	UFC/CL	--	<1	NR	NR	NR

NR = Não realizado

(fonte: Lima et al. (2015))

De posse das informações que dizem respeito a qualidade da água, Lima et al. (2015) verificaram que a água coletada atenderia aos padrões de potabilidade exigidos pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, com a condição de que fosse adicionado cloro, para a eliminação de coliformes.

Estas conclusões evidenciam que o sistema proposto pelo presente trabalho permitirá o aproveitamento destas águas advindas dos aparelhos de ar condicionado, para diversos fins em um condomínio comercial, desde que a fins não potáveis.

Carvalho (2012), por sua vez, faz o seguinte comentário a respeito da qualidade da água em sua pesquisa: “Não houve importantes variações nos parâmetros físico-químicos no

decorrer das análises, o que nos leva a crer que, a água que comumente rejeitamos dos aparelhos condensadores apresentam grande potencial em oferecer à sociedade em geral, uma alternativa viável de aproveitamento, contribuindo diretamente para conservação da água assim como para a economia nos gastos com este recurso”.

Os resultados de caráter quantitativo da amostragem de Lima et al. (2015), estão expostos no quadro 8. As medições foram feitas em diferentes períodos do dia, e informam a quantidade de água gerada pelos aparelhos instalados no município de Cuiabá-MT.

Quadro 8 – Medições de volume coletado

Data/Hora	Volume Galão	Vazão	Data/Hora	Volume Galão	Vazão (L/h)
13/8 08:00 - 11:00	6,5 L	2,2	13/8 12:45 - 17:30	9,2	1,9
18/8			18/8 12:45-17:30	6,2	1,3
19/8 9:00 - 11:00	4,5 L	2,2	19/8 12:45 - 17:30	7	1,5
20/8 9:00 - 12:04	5,5 L	1,8	20/8 12:45 - 17:30	7,5	1,6
21/8			21/8 12:45 - 17:30	7	1,4
22/8 08:15 - 11:00	4,5 L	1,6	22/8 12:45 - 17:30	4,8	1

(fonte: Lima et al. (2015))

Através dos resultados quantitativos encontrados por estes autores, o potencial de um sistema de aproveitamento de água potável é demonstrado, até mesmo para regiões com índices de umidade do ar inferiores aos encontráveis em Porto Alegre.

11 PROJETO

O sistema de reuso deve contar com as instalações de: tubulações, reservatório, e o aparelho que servirá a água cinza aos usuários. Assim sendo, o projeto será pensado para que o mesmo obedeça às características do prédio, atenda ao usuário de forma satisfatória e não traga nenhum tipo de prejuízo funcional ou estético à edificação.

De acordo com May e Hespanhol (2006, p. 4), um sistema para captação e reuso destes efluentes é composto de:

- a) coletores: um sistema de condutores, tanto verticais quanto horizontais, que possibilita o transporte do efluente do aparelhos geradores de água até o sistema de armazenamento;
- b) armazenamento: composto de um ou mais reservatórios, que irão armazenar o conteúdo proveniente dos coletores
- c) tratamento: esse dependerá da qualidade que a água coletada deverá receber, para atender às necessidades do seu destino.

Com o sistema de reuso pensado e devidamente fundamentado através da pesquisa bibliográfica, inicia-se, então, o projeto para o aproveitamento desta água de refrigeração, orientado pela NBR 5.626 (ABNT, 1998), norma responsável por estabelecer exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção de instalações prediais de água fria.

De posse de resultados obtidos por Carvalho (2012) e Lima et al. (2015), utilizar-se-á, de forma conservadora, o menor volume obtido nas amostragens destes trabalhos, para que o sistema proposto possa efetivamente garantir o volume de captação pretendido.

Como a destinação das águas cinzas será para regas de jardins e limpeza de áreas comuns, considerou-se a coleta de água de apenas uma fachada. Será avaliado se a quantidade de água será suficiente para suprir sua demanda, ajustando-a às reais necessidades de uso. Esta escolha impactará no total de água recolhida, já que haverá um número menor de aparelhos alvo de captação, diante do número possível, número este definido pela equação 4.

$$N = 8 \times PV \quad (\text{Equação 4})$$

Sabendo que o número de aparelhos presentes, em cada um dos 17 pavimentos e em sua fachada principal, é de 8 aparelhos, a equação 4 resultará em um total de 136 aparelhos, com possibilidade de captação de água.

A quantidade de água gerada por cada aparelho de ar condicionado, levando-se em conta resultados de valores médios quantitativos obtidos por Carvalho (2012), é de 1,28 L/h.

Utilizou-se um fator de correção, que fará a minoração da quantificação dos aparelhos em 20%, do total de aparelhos que poderiam estar funcionando. O volume de água acumulado em um dia de trabalho é estimado pela equação 5.

$$V = 136 \times 0,8 \times 1,28 \frac{L}{h} \quad (\text{Equação 5})$$

Como resultado da multiplicação, encontra-se a quantia de 139,26 litros de água, gerados em uma hora, o que equivalerá, ao final do período de trabalho, no montante de 1.114,11 litros.

11.1 COMPONENTES

Os diversos componentes deste projeto serão discriminados e suas características expostas nos itens que seguem.

11.1.1 Tubulações

O método mais utilizado para fins de dimensionamento de instalações prediais de esgoto sanitário, é o sistema de Unidades Hunter de Contribuição. O método consiste em avaliar o tempo de uso de cada aparelho e o tempo decorrido entre duas utilizações, estimando a vazão de projeto de forma probabilística. Se percebe no quadro 9, que o componente com menor contribuição para o sistema de esgotos seria o bebedouro, com uma UHC, conforme a NBR 8.160, de valor 0,5. O valor de diâmetro mínimo recomendado para a tubulação que coletará o esgoto deste aparelho é estabelecido como 40mm.

Quadro 9 – Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8160/1999)

Como a comparação de aparelhos de ar condicionado com aparelhos sanitários, que emanam maior volume de água, como pias e torneiras, não encontra muitas semelhanças, o trabalho não fará o uso deste método.

A água cinza gerada por aparelhos de ar condicionado não é alvo de normatização, no tocante a dimensionamento de tubulações. A equação abaixo, irá prever a vazão da tubulação mais exigida, com a contribuição de 221 aparelhos:

$$Q = 221_{\text{aparelhos}} \times 0,8 \times 1,28 \frac{L}{h} = 226 \frac{L}{h} = 0,06 \frac{L}{s}$$

A figura 9 demonstrará os diversos diâmetros de tubulações, e as vazões, em litros por segundo, que são capazes de serem atendidas.

Figura 9 – Diâmetros das tubulações e vazões máximas

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Vazões máximas
20	½"	0,2
25	¾"	0,6
32	1"	1,2
40	1¼"	2,5
50	1½"	4,0
60	2"	5,7
75	2½"	8,9
85	3"	12,0
110	4"	18,0

(fonte:Tigre)

Assim, o trabalho considerará tubos de 25 mm de diâmetro que serão suficientes para recolher a água dos aparelhos nos diversos trechos que compõem o sistema de reuso.

O valor do diâmetro escolhido valerá, tanto para a tubulação de coleta nos aparelhos, quanto para o tubo de queda, que é inserido no *shaft*.

A água condensada verte através do dreno do aparelho de ar condicionado, e é conduzida através de mangueira, com diâmetro de 0,5 polegadas, para a tubulação de coleta do pavimento. O mesmo modelo da mangueira é comumente utilizado por instaladores de ar-condicionado, e foi escolhida para compor a instalação, para atender ao uso demandado pelo sistema.

Uma tubulação de limpeza será instalada no reservatório, com um diâmetro nominal de 25 mm, para que seja feita a remoção da água em situações de manutenção e limpeza. É recomendado que a água do reservatório não seja desperdiçada; então, através de manutenção programada, faz-se o uso do volume contido no reservatório para outro fim não potável, que seja conveniente ao condomínio.

A tubulação de extravasor comporá a instalação, com diâmetro de 25 mm, com função de conduzir a água no momento em que esta atingir o nível de transbordamento do reservatório.

Segundo NBR 5.626 (ABNT, 1998), as tubulações de extravasão e limpeza devem ser construídas de material rígido e resistente à corrosão. Tubos flexíveis (como mangueiras) não devem ser utilizados, mesmo em trechos de tubulação. Os trechos horizontais devem ter declividade adequada para desempenho eficiente de sua função e o completo escoamento da água do seu interior”.

No caso do sistema 1 (composto por conjunto de tubulações, e reservatório apoiado em estrutura projetada pelo autor), as tubulações de limpeza e extravasão serão conectadas ao sistema de coleta de esgotos pluviais, porém não será possível precisar seu traçado, em decorrência de o autor não ter tido acesso às plantas hidrossanitárias da edificação. O sistema será melhor detalhado no item 11.2 deste trabalho.

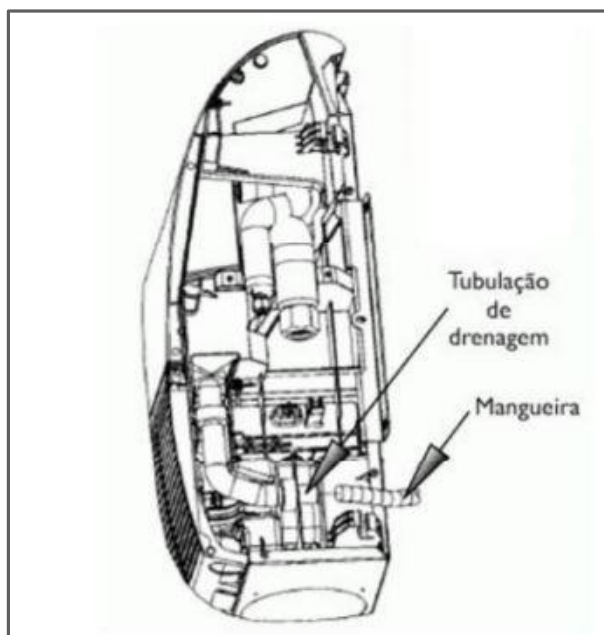
Em relação ao sistema 2 (composto por conjunto de tubulações, e reservatório apoiado sobre estrutura pré-existente), as tubulações de limpeza e extravasão serão posicionadas de forma a aproveitar o sistema de ralos, que captam as águas pluviais na laje da pequena edificação. Este sistema será melhor descrito pelo presente trabalho, no item 11.3.

11.1.2 Ar-Condicionado

Existem hoje dois tipos de aparelhos de ar condicionado mais comuns, são eles: do tipo *split*, e do tipo de janela. Apesar de muitos ainda estarem funcionando, principalmente em edificações antigas, o que se percebe a respeito dos aparelhos do tipo janela, é que estão entrando em obsolescência; sendo assim, quase a totalidade dos aparelhos vendidos atualmente são do tipo *split*.

Nos aparelhos de ar condicionado do modelo *split*, a drenagem da água é feita através de dutos que vêm da unidade interna, até a chamada unidade condensadora, que se localiza na parte externa da edificação. A saída da tubulação de dreno fica na parte traseira da lateral plástica do aparelho, conforme pode ser observado na figura 10, e as demais tubulações ficam no lado esquerdo da evaporadora (FAZFÁCIL,2017).

Figura 10 – Esquemática da parte interna do aparelho de ar condicionado



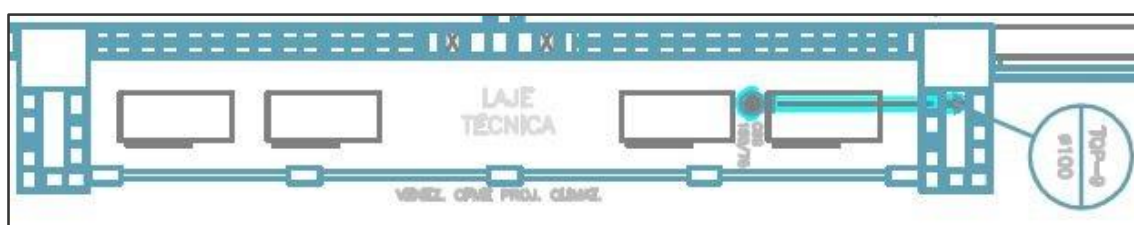
(fonte: FAZFÁCIL Dicas e Manutenção)

A coleta da água condensada de um aparelho pelo sistema se dará pela conexão da mangueira do dreno ao tê da tubulação, para que em seguida a água seja conduzida até o

tubo de queda, de 25mm de diâmetro. Este tubo estará introduzido no *shaft*¹, onde se encontra atualmente a tubulação de drenagem da laje (figura 11).

Um tubo horizontal terá a inclinação necessária para o escoamento da água em direção ao tubo de queda; este recolherá, em cada pavimento, a água gerada por cada um dos aparelhos (figura 12). A tubulação vertical encaminhará a água para o reservatório, através do encontro da mesma com a tubulação horizontal, situada na laje de cobertura aos pedestres. Esta laje servirá de área de passagem para os tubos, que, percorrendo o perímetro da edificação, chegará ao reservatório, onde a água terá o seu uso disponibilizado através de estrutura ali posicionada.

Figura 11 – Detalhamento da laje técnica

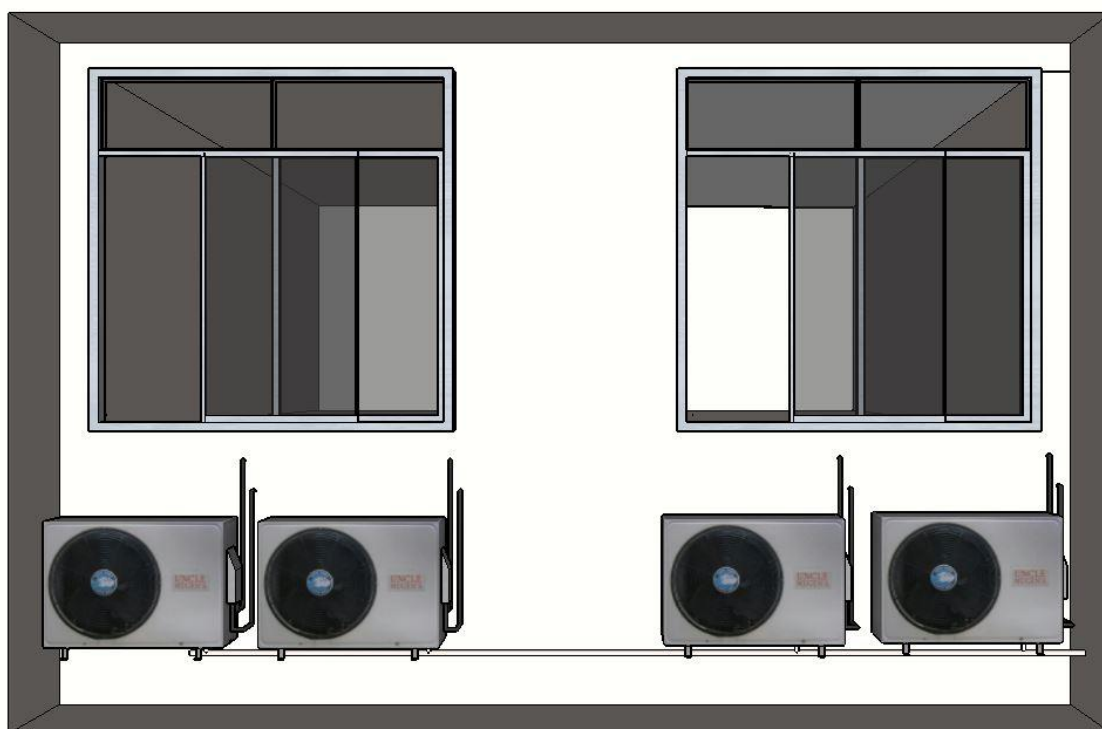


(fonte: adaptado de Cyrela)

Não foi considerado apropriado o aproveitamento das águas da chuva pelo sistema de reuso, pois a água captada pelos ralos na laje técnica provavelmente apresentaria sujidades diluídas, e sua qualidade inferior acabaria por comprometer o seu posterior aproveitamento para limpeza, por exemplo.

¹ Vão interno na construção para passagem de tubulações e instalações verticalmente

Figura 12 – Fachada com posicionamento dos aparelhos



(fonte: elaborado pelo autor)

Na figura 12, os elementos arquitetônicos que protegem os aparelhos de ar condicionado foram devidamente ocultados, para uma melhor visualização da tubulação que compõe o sistema de coleta em cada pavimento.

A figura 13 foi produzida, ilustrando a situação atual e o padrão da laje técnica. A área que é reservada à colocação dos aparelhos de ar condicionado representa um espaço adequado para realização de manutenções na unidade externa do aparelho, e, ao mesmo tempo, estes nichos tornam o aspecto visual da edificação mais agradável a quem a enxerga pelo lado de fora.

Figura 13 – Laje técnica de apoio aos aparelhos de sala comercial



(fonte: elaborado pelo autor)

11.1.3 Reservatório D'Água

A quantidade de água gerada pelos aparelhos, obtida através dos cálculos realizados neste trabalho, é de, aproximadamente, 1.115 litros. Este volume será disponibilizado ao sistema de coleta, em sua totalidade, até o horário de término do período de trabalho na edificação, momento no qual se presume que todos os aparelhos terão seu funcionamento interrompido.

A fim de compatibilizar os volumes de coleta com os de demanda, faz-se a identificação da quantidade de água possível de ser atendida pelo reservatório, para que o mesmo seja eficiente e com menor desperdício possível.

A demanda de água cinza pela edificação, para: usos de regas de jardins, limpeza de áreas de circulação, e banheiros, resultou em um volume de 1.708 litros, em dias normais de operação. Será adotado um reservatório com volume de armazenagem de 2.300 litros, no sistema 1; assim, a oferta diária de 1.115 litros será capaz de manter o reservatório sempre abastecido para os usos pretendidos. A escolha deste modelo será melhor esclarecida no decorrer do trabalho.

No caso do sistema 2, a escolha de um reservatório de 2.000 litros foi possível, e, assim como para o reservatório do sistema 1, a oferta diária de água manterá níveis adequados para os serviços prestados no condomínio. O modelo de 2.000 litros teve sua escolha realizada, dentre outros motivos, por acarretar em menores custos ao investidor.

11.2 SISTEMA 1

Esta opção leva em conta a construção de uma estrutura de apoio ao reservatório, que garantirá a pressão mínima de 10 KPa (1 m.c.a), referente às exigências quanto ao abastecimento de água para torneira, como indica a figura 14. Como a diferença de cotas entre o fundo do reservatório e a torneira é superior a um metro, esta condição é verificada e a pressão necessária para o uso do componente é garantida pelo sistema.

Figura 14 – Pressão dinâmica mínima nos pontos de utilização em função do aparelho e da peça de utilização

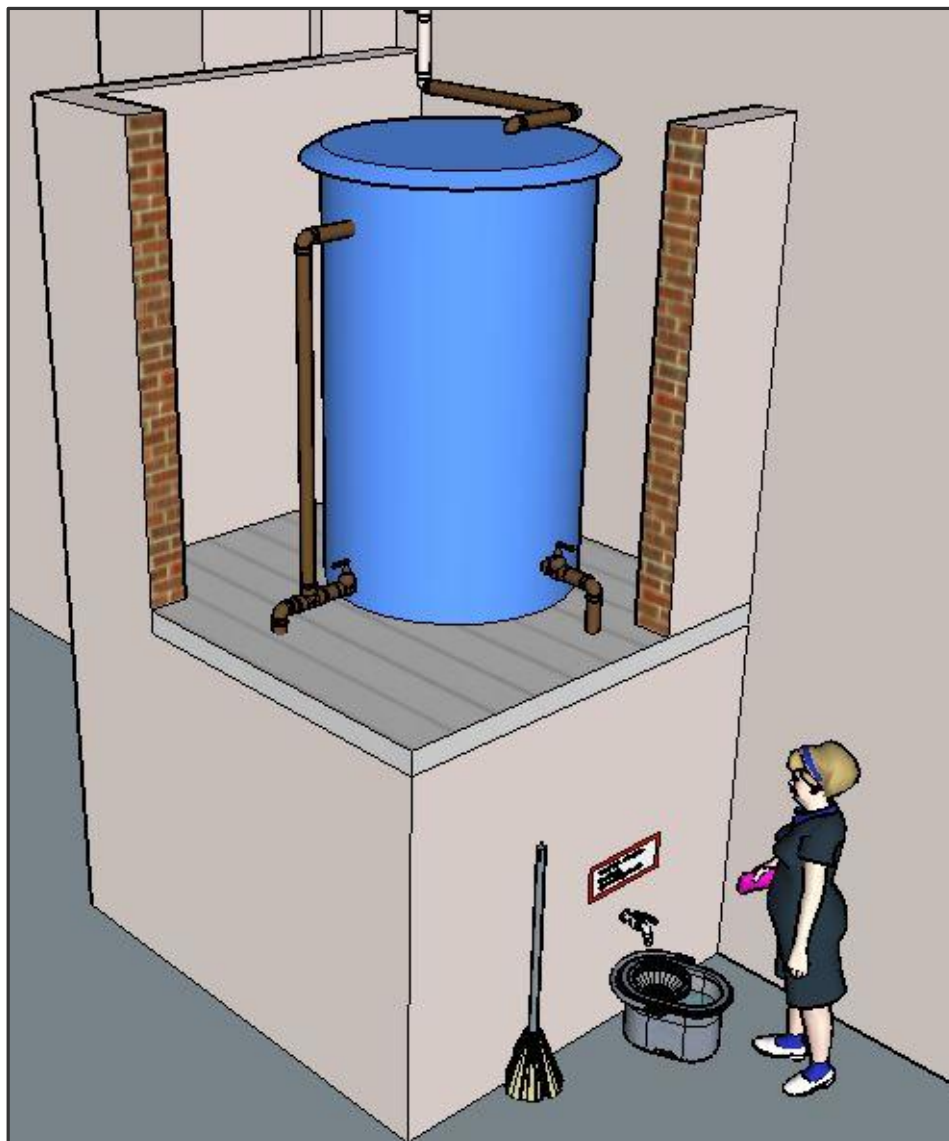
Aparelho sanitário	Peça de utilização	Pressão dinâmica mínima (kPa)
Bacia sanitária	Caixa de descarga	5
Bacia sanitária	Válvula de descarga	15
Banheira	Misturador (água fria)	10
Bebedouro	Registro de pressão	10
Bidê	Misturador (água fria)	10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	10
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	10
Lavadora de pratos	Registro de pressão	10
Lavadora de roupas	Registro de pressão	10
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	10
Mictório cerâmico com sifão integrado	Válvula de descarga	10
Mictório cerâmico sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	10
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	10
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	10
Pia	Torneira elétrica	10
Tanque	Torneira	10
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	10

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998)

A torneira que será usada pelos funcionários de limpeza, ficará instalada junto à parede, sendo utilizada para o enchimento de baldes ou conexão de mangueira. A sinalização será posicionada junto ao local onde fica a torneira, em forma de placa de advertência, para que um usuário desavisado, que eventualmente for fazer o seu uso, tenha ciência da qualidade da água que estará sendo suprida por aquela fonte.

A laje deverá receber reforço estrutural de forma a suportar a carga proveniente do reservatório. As recomendações do fabricante, quanto ao espaçamento de 60 cm, do início da alvenaria até as bordas do reservatório, foram respeitadas no projeto (figura 15).

Figura 15 – Estrutura de reservação e distribuição da água



(fonte: elaborado pelo autor)

A estrutura para a reservação da água dos aparelhos de ar condicionado será construída com blocos estruturais de concreto, de 19x19x39 cm, resultando em uma espessura de parede de 19 cm, com juntas de 10 mm. A estrutura aproveita a laje competente do pavimento térreo para seu apoio.

Em conformidade com o caráter comercial da edificação, será proposto um reservatório com características adequadas ao local, e que ao mesmo tempo, garanta a oferta de água ininterrupta aos fins desejados. A torneira não será dotada de incorporador de ar, pelo

possível entupimento da mesma na presença de resíduos na água, o que reduziria sua pressão.

Ao analisar o local previsto para receber a estrutura de apoio ao reservatório (figura 16), percebeu-se que o formato tradicional de bulbo exigiria uma profundidade maior desta estrutura, no pavimento térreo. Possivelmente, esta característica traria prejuízos a edificação, tanto de ordem estética, quanto de ordem funcional, já que um reservatório menos esbelto afetaria a passagem dos carros, que por ali costumeiramente trafegam em direção ao estacionamento.

Figura 16 – Espaço disponível para o sistema 1



(fonte: elaborado pelo autor)

Como a dimensão da estrutura seria considerada inconveniente, optou-se pela adoção de um reservatório com formato cilíndrico, para que o armazenamento da água, dado a natureza de um cilindro, ocorra majoritariamente na dimensão vertical deste reservatório.

11.3 SISTEMA 2

Os elementos do segundo sistema de reuso proposto (figura 17) seguem o mesmo padrão construtivo dos citados no primeiro sistema.

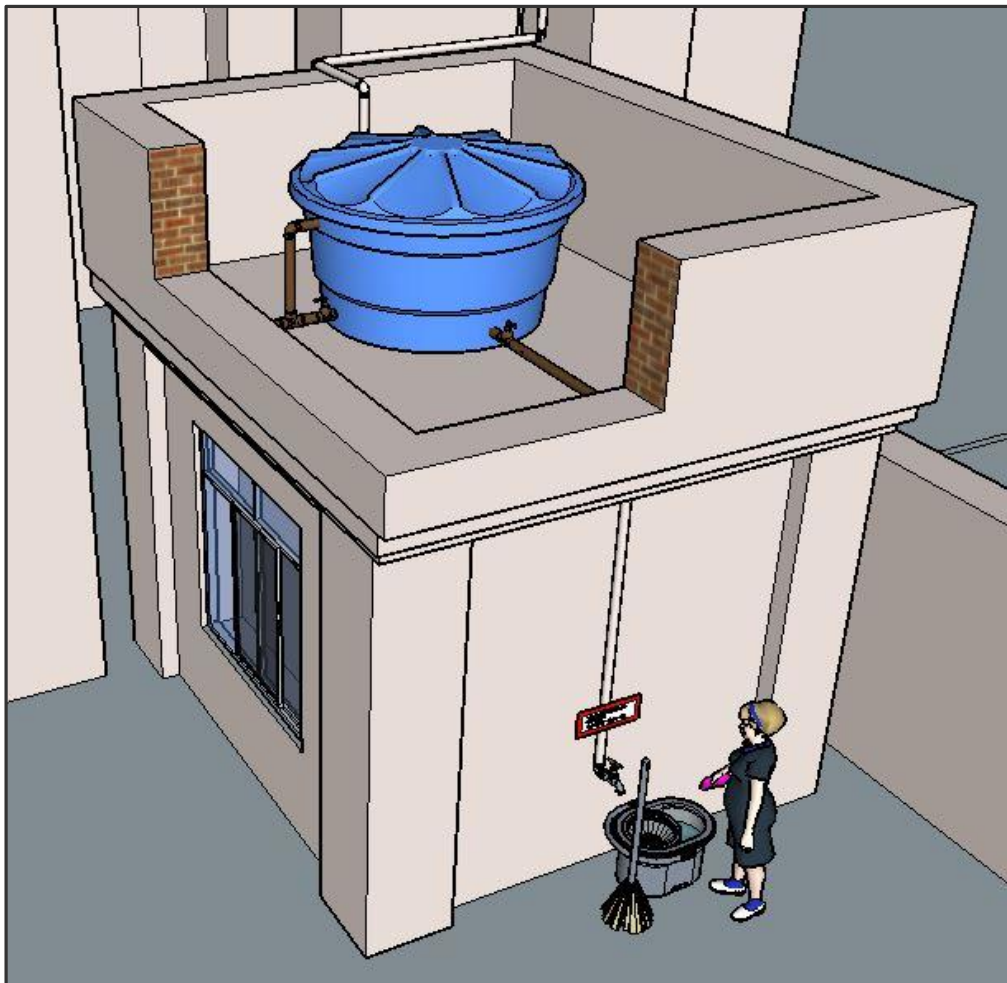
Esta opção leva em conta o aproveitamento de edificação previamente existente, como apoio ao reservatório. Em virtude da elevação desta laje em relação ao ponto de uso, existe garantia da pressão mínima necessária ao uso da torneira. Instalado na face da edificação, para utilização pelos funcionários de limpeza, o ponto de uso respeita as recomendações de sinalização para a rede de reuso. A torneira deverá ter seu bico livre de qualquer dispositivo arejador, pela possível presença de resíduos que acabariam por entupir e reduzir a pressão da mesma

Atualmente, esta edificação é ocupada por empresa que faz a exploração das áreas de estacionamento do empreendimento, com um funcionário executando as funções de operador de caixa.

É levado em conta que a laje executada tem condições de suportar a sobrecarga do reservatório, e de forma a aumentar a segurança da instalação, este foi posicionado mais próximo das vigas e pilares, para que a carga seja transferida a estes componentes estruturais. O espaçamento de 60 cm do início da alvenaria até as bordas do reservatório, recomendados pelo fabricante, foi respeitado.

A laje possui um sistema de drenagem de águas pluviais, com ralos e pedras de argila expandida; sendo assim, uma cobertura não será contemplada no projeto. A camada de argila expandida, que serve ali de isolante térmico e acústico, deve ser realocada de forma que o reservatório possa ser acomodado, e, após a instalação, estas pedras deverão ser redistribuídas na laje, assegurando o mesmo desempenho deste componente à edificação.

Figura 17 – Componentes do sistema 2



(fonte: elaborado pelo autor)

Na figura 17, parte da parede foi ocultada, para a melhor visualização do sistema, sendo que a real condição da área de platibandas, conta com um fechamento total por alvenaria.

11.4 SISTEMA MISTO

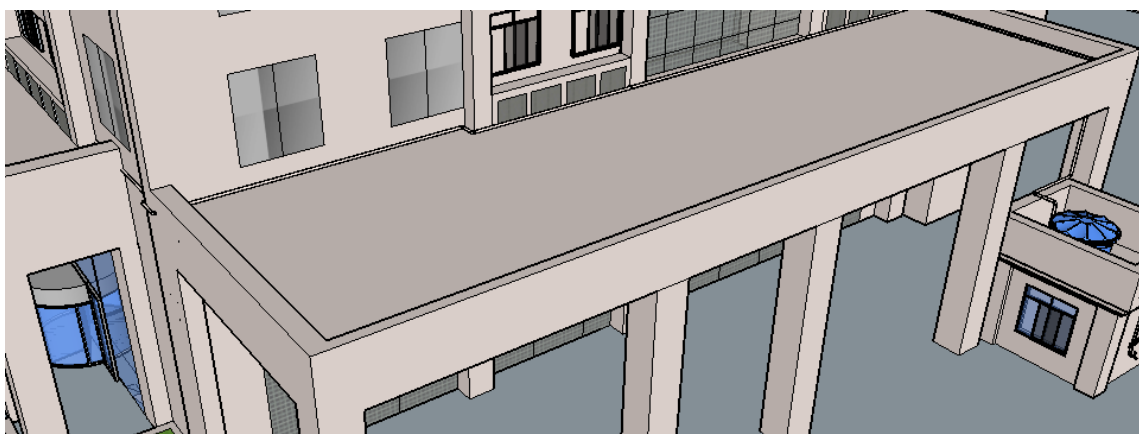
A alternativa consideraria a implantação de ambas as propostas dos sistemas 1 e 2. A captação de água seria feita por aparelhos situados nas fachadas lateral e frontal da edificação. Haveria o incremento de 5 aparelhos por pavimento, totalizando 221 destes, que contribuirão para o funcionamento do sistema. O novo volume gerado será de 1.810,43 litros, ao final do dia de trabalho, como mostra equação 6.

$$V = 221 \times 0,8 \times 1,28 \frac{L}{h} \times 8h \quad (\text{Equação 6})$$

Este sistema misto contaria com dois reservatórios, que somariam uma capacidade de armazenagem de 4.300 litros. Os reservatórios e seus sistemas foram previamente descritos neste trabalho, e, acrescidos de pequenas alterações, formarão este sistema misto.

A tubulação instalada no topo da laje de cobertura (figura 18), permitirá a vinculação do sistema de captação das duas fachadas, ampliando assim o potencial do sistema.

Figura 18 – Laje de cobertura



(fonte: elaborado pelo autor)

12 AVALIAÇÃO DOS CUSTOS

Um dos principais aspectos a ser considerado na obtenção do período de retorno do investimento é a quantia desembolsada a fim de implantar o sistema de reuso da água dos aparelhos de ar condicionado.

Tendo o projeto em mãos, é possível partir para a etapa de quantificação dos custos, buscando que o sistema venha a ser implantado dentro de um cenário viável ao investidor e que traga todos os benefícios pensados quando de sua concepção. Diferentes fontes de custos farão parte desta etapa, e serão mensuradas para que o investimento fique totalmente elucidado, com seus valores sendo aproximados ao máximo dos reais custos da instalação.

Os custos de implantação serão compostos pelos custos de materiais e de mão-de-obra necessários para as instalações. A manutenção do sistema será outro custo analisado, com a previsão de manutenções anuais do reservatório, assim como possíveis reparos em seus demais componentes, ao longo de sua vida útil.

Após a obtenção de todos os custos, se poderá partir para a etapa de viabilidade econômica e então revelar o período de retorno do investimento, para cada sistema proposto no presente trabalho.

12.1 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Os custos de implantação englobam: tubulações, reservatório, execução de estrutura, e a mão de obra envolvida. Demais componentes do sistema também serão contabilizados.

Como fonte para os preços considerados foi utilizada, em sua maior parte, a TCPO², que tem a base de dados para orçamentos e comparativos de custos de edificações e infraestrutura. A tabela do SINAPI³, que é muito utilizada para orçamentos em processos de licitação, também serviu de referência aos valores citados por este trabalho.

Custos referentes à mobilização de maquinários não foram contemplados no trabalho, e deverão ser orçados através de pesquisa de mercado com empresas do ramo. A escolha do sistema mais adequado à edificação não sofrerá interferências já que estes custos servirão a todas as situações propostas.

12.1.1 Custos do Sistema 1

O orçamento do sistema, que prevê a construção de estrutura em alvenaria para instalação do reservatório, será descrito, sendo dividido em: estrutura de reservação da água, reservatório e componentes hidráulicos. Os itens que seguem permitirão elucidar a elaboração do orçamento, para esta configuração de sistema de reuso.

12.1.1.1 Estrutura de Reservação da Água

A estrutura considerada adequada para a reservação da água dos aparelhos de ar condicionado, foi a de uma alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Uma laje pré-moldada, com tijolos e vigota, será içada e apoiada na alvenaria de concreto com o auxílio de um guindaste hidráulico. A diferença de nível será suficiente para que se obtenha a pressão necessária ao uso da torneira.

² Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. PINI Sistema de Custos da editora PINI Ltda.

³ Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

Uma laje de cobertura para a estrutura também deverá ser içada, com função de proteger o interior da estrutura da água da chuva, tendo em vista que a drenagem não será prevista no projeto. O orçamento está ilustrado pela figura 19.

Figura 19 – Custos da estrutura de reservação do sistema 1.

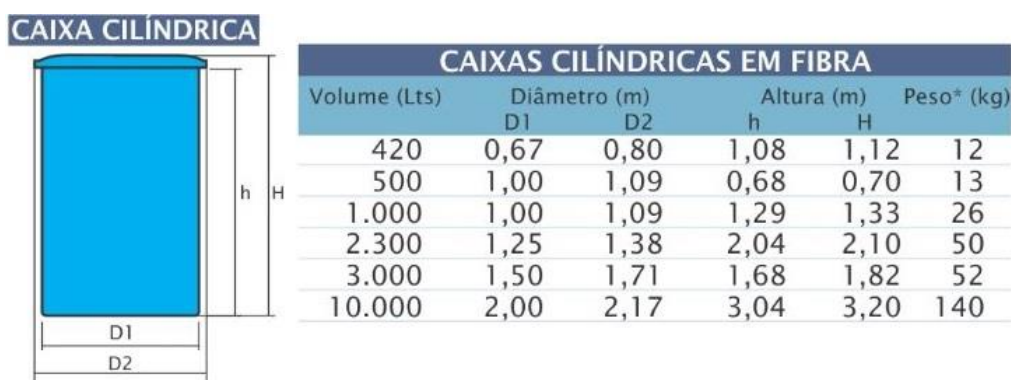
Área de Alvenaria(m ²)	Área Laje (m ²)	Custo Unitário (R\$/m ²)	Custo (R\$)	COD. SINAPI
19,03	5,59			
Alvenaria estrutural com bloco de concreto, 19 x 19 x 39 cm, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,25:3 - tipo 3		33,85 (R\$/m ²)	R\$ 644,17	TCPO 04222.8.1.4
Guindaste hidráulico autopropelido sobre pneus, diesel, potência 175 HP (130 kW), capacidade 30 t - vida útil 20.000 h		157,93 (hprod)	157,93	TCPO 22800.9.13.3
Laje pre-moldada beta 12 p/3,5KN/m2 incl vigotas tijolos armadura negativa capeamento 3cm concreto 15 MPA escoramento materiais e mão de obra		75,11 (R\$/m ²)	R\$ 419,55	SINAPI 74141/2
Laje pré-fabricada comum para piso ou cobertura, intereixo 38 cm, e=12 cm (capeamento 4 cm e elemento de enchimento 8 cm)		51,47 (R\$/m ²)	R\$ 287,50	TCPO 03415.3.1.1
Revestimento texturizado em parede interna ou externa de alta camada, aplicado com rolo		5,77 (R\$/m ²)	R\$ 162,60	TCPO 09940.8.1.1
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida		3,99 (R\$/m ²)	R\$ 112,44	TCPO 09115.8.11.1
TOTAL ESTRUTURA			R\$ 1.784,18	

(fonte: elaborado pelo autor)

12.1.1.2 Reservatório d' Água

Foi verificada ausência de fabricantes que possuam modelos do tipo cilíndrico de reservatório entre seus produtos, sendo este formato mais comum para grandes volumes de reservação. Um fabricante da região metropolitana de Porto Alegre atualmente comercializa um produto adequado a este trabalho, sendo assim o escolhido. O reservatório possui características dimensionais próprias (figura 20), com tipo de material composto e sua resistência ao uso. Foi escolhido, dentre os modelos cilíndricos de fibra de vidro, aquele com capacidade para 2.300 litros de água.

Figura 20 – Dimensões de reservatório cilíndrico



(fonte: PLASTIFIBRA)

12.1.1.3 Hidráulica

Todos as tubulações foram devidamente declaradas na figura 21, onde também estão presentes os diversos componentes do sistema, necessários para o funcionamento e desempenho pretendidos pelo projeto.

Figura 21 – Orçamento de componentes hidráulicos do sistema 1

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)	Código
Reservatório cilíndrico de fibra de vidro 2.300 L	Un.	1	1098,00	1098	Contato c/ Fornecedor
Registro de esfera, PVC, soldável, DN 25 mm, instalado em reservação de água de edificação que possua reservatório de fibra/fibrocimento.	Un.	2	21,79	43,58	SINAPI 94489
Tubo de PVC soldável, sem conexões DN 25 mm	m	290,27	2,31	670,52	TCPO 15142.8.23.2
Cap PVC, Soldável, DN 25 mm, para água fria predial	Un.	34	0,9	30,6	TCPO 15142.8.4.2
Adaptador soldável de PVC marrom, curto para registro DN 25 mm x 3/4"	Un.	2	0,6	1,2	TCPO 15142.8.26.2
Adaptador soldável de PVC marrom com flanges e anel para caixa d'água DN 25 mm x 3/4"	Un.	2	5,97	11,94	TCPO 15142.8.1.2
Joelho 90° soldável de PVC marrom DN 25 mm	Un.	51	1,31	66,81	TCPO 15142.8.11.2
Tê 90° de redução soldável de PVC marrom DN 25 x 20 mm	Un.	136	2,61	354,96	TCPO 15142.8.17.1
Tê 90° soldável de PVC marrom DN 25 mm	Un.	34	1,62	55,08	TCPO 15142.8.19.2
Torneira metal amarelo com bico para jardim, padrão popular, 1/2 " OU 3/4 "	Un.	1	18,33	18,33	SINAPI 7602
Tubo de PVC soldável, sem conexões DN 20 mm	m	1,85	1,85	3,4225	TCPO 15142.8.23.1
Joelho 90° soldável de PVC marrom DN 20 mm	Un.	1	1,31	1,31	TCPO 15142.8.11.1
Registro de esfera em PVC soldável, DN 20 mm	Un.	1	8,13	8,13	TCPO 15110.8.5.7
Mangueira cristal convencional (diâmetro da seção: 3/4 " / espessura: 3,00 mm)	m	13,6	11,95	162,52	TCPO 02050.3.2.1
TOTAL				R\$ 2.526,41	

(fonte: elaborado pelo autor)

12.1.2 Custos do Sistema 2

O orçamento do sistema que prevê o aproveitamento de estrutura previamente existente para apoio do reservatório é descrito, de modo discriminado em: estrutura de reservação da água, reservatório e componentes hidráulicos. O orçamento para este sistema de reuso, descreverá cada elemento que o compõe.

12.1.2.1 Estrutura de Reservação da Água

Com o aproveitamento de edificação pré-existente, o custo acrescido ao orçamento por este componente, teve valor baixo, em relação ao do sistema 1.

O fechamento da platibanda, para que os componentes sejam escondidos, preservando a estética do empreendimento, será executada com alvenaria de tijolos maciços; posteriormente revestida e pintada. Como Pini (2009) comenta, um sistema de revestimento de pintura texturizada, do tipo grafiato, foi usado no projeto original do prédio Urban Concept Offices (PINI,2009), com o que o projeto tratará de manter este padrão.

Os custos que envolvem a execução da alvenaria e seus acabamentos, estão descritos na figura 22.

Figura 22 – Custos da estrutura de reservação do sistema 2.

Área de Alvenaria(m ²)	Custo Unitário (R\$/m ²)	Custo (R\$)	COD. SINAPI
14,36			
ALVENARIA de vedação com tijolos maciços cerâmico 5,7 x 9 x 19 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 12 mm com argamassa mista de cimento, saibro e areia sem peneirar traço 1:0,5:2,5 - tipo 5 -	31,98 (R\$/m ²)	R\$ 459,36	TCPO 04211.8.1.10
Revestimento texturizado em parede interna ou externa de alta camada, aplicado com rolo	5,77 (R\$/m ²)	R\$ 119,27	TCPO 09940.8.1.1
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	3,99 (R\$/m ²)	R\$ 82,47	TCPO 09115.8.11.1
TOTAL ESTRUTURA		R\$ 661,10	

(fonte: elaborado pelo autor)

12.1.2.2 Reservatório d' Água

Como os reservatórios em forma de bulbo são encontrados com facilidade no mercado, se escolherá, através dos três orçamentos visualizados no apêndice B, o produto que mais se adequa economicamente ao sistema. Cada orçamento terá como base um mesmo produto, de mesma marca, sendo escolhido o produto com menor preço. O reservatório comercializado que se melhor se encaixa na demanda do condomínio é o que possui capacidade de armazenamento para 2.000 litros de água.

12.1.2.3 Hidráulica

Todos as tubulações e seus diversos componentes do sistema hidráulico, foram devidamente declarados, na figura 23, com serviços de mão de obra incluídos.

Figura 23 – Orçamento de componentes hidráulicos do sistema 2

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)	Fonte
Reservatório polietileno 2.000 L com tampa	Unid	1	605,83	605,83	Orçamentos em Lojas Especializadas
Tubo de PVC soldável, com conexões DN 25 mm	m	290,15	2,31	670,25	TCPO 15142.8.23.2
Cap PVC, Soldável, DN 25 mm, para água fria predial	Un.	34	0,90	30,6	TCPO 15142.8.4.2
Registro de esfera em PVC soldável, DN 20 mm	Un.	1	8,13	8,13	TCPO 15110.8.5.7
Registro de esfera em PVC soldável, DN 25 mm	Un.	1	10,75	10,75	TCPO 15110.8.5.8
Adaptador soldável de PVC marrom, curto para registro DN 25 mm x 3/4"	Un.	2	0,60	1,20	TCPO 15142.8.26.2
Adaptador soldável de PVC marrom com flanges e anel para caixa d'água DN 25 mm x 3/4"	Un.	2	5,97	11,94	TCPO 15142.8.1.2
Joelho 90° soldável de PVC marrom DN 25 mm	Un.	47	1,31	61,57	TCPO 15142.8.11.2
Tê 90° de redução soldável de PVC marrom DN 25 x 20 mm	Un.	136	2,61	354,96	TCPO 15142.8.17.1
Tê 90° soldável de PVC marrom DN 25 mm	Un.	34	1,62	55,08	TCPO 15142.8.19.2
Torneira metal amarelo com bico para jardim, padrão popular, 1/2 " OU 3/4 "	Un.	1	18,33	18,33	SINAPI 7602
Mangueira cristal convencional (diâmetro da seção: 20 mm)	m	13,6	11,95	162,52	TCPO 02050.3.2.1
Tubo de PVC soldável, sem conexões DN 20 mm	m	4,16	1,85	7,696	TCPO 15142.8.23.1
Joelho 90° soldável de PVC marrom DN 20 mm	Un.	1	1,31	1,31	TCPO 15142.8.11.1
TOTAL				R\$ 2.000,16	

(fonte: elaborado pelo autor)

12.2 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção é descrita como: procedimento técnico-administrativo em benefício do proprietário e/ou usuários, que tem por finalidade levar a efeito as medidas necessárias à conservação de um imóvel e a permanência de suas instalações e equipamentos, de modo a mantê-lo em condições funcionais normais, tal como as que resultam da sua vida útil.

Embora o presente trabalho esteja propondo um sistema de água de reuso, cuidados quanto a manutenção, levarão em conta normas de água potável. Outro cuidado a ser levado em conta, é a cloração da água, que deverá ser feita através da imersão de pastilhas no reservatório de forma periódica, garantindo assim o atendimento da qualidade da água.

A limpeza e desinfecção bacteriológica de reservatórios de água potável, de acordo com as técnicas estabelecidas pela Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente, do Estado do Rio Grande do Sul, são obrigatórias, no mínimo, anualmente, nos seguintes casos:

- a) prédios que abriguem 4 (quatro) ou mais unidades residenciais;
- b) prédios escolares;
- c) prédios de estabelecimentos industriais;
- d) prédios de estabelecimentos comerciais;
- e) prédios de estabelecimentos prestadores de serviços;
- f) independente de sua destinação, prédios em que a capacidade de armazenagem de água potável seja igual ou superior a 5.000 (cinco mil) litros.

O descumprimento do disposto nesta Lei Complementar sujeita o infrator à seguintes penalidades.

- a) advertência;
- b) multa de 3 (três) Unidades de Referência Municipal;
- c) multa de 6 (seis) Unidades de Referência Municipal;

d) suspensão do alvará, quando couber.

(PORTO ALEGRE. Lei complementar nº 257, de 28 de novembro de 1991).

Através de pesquisa, localizaram-se empresas que prestam o serviço de manutenção de caixas de água, conforme a figura 24, que indica os valores para a execução deste serviço por reservatório.

Figura 24 – Orçamentos de empresas para limpeza de reservatórios

Manutenção de Limpeza para Reservatórios	
Empresa	Valor Orçado
SOS Tubo	R\$ 210,00
Hidroclean	R\$ 260,00
Desentupidora Realizza	R\$ 175,00

(fonte: elaborado pelo autor)

No que tange à manutenção preventiva da instalação predial de água fria, Leal et al. (2008) recomendam: “Deve-se analisar no projeto o princípio de máxima acessibilidade de todas as suas partes. Esse princípio conduz, em geral, à localização das tubulações de forma totalmente independente das estruturas, alvenarias e revestimentos. Para passagem e acomodações das tubulações devem ser previstos espaços livres contendo aberturas para inspeção, reparos e substituições, sem que haja necessidades de retrabalhos, como a destruição das coberturas. No que se refere à instalação de reservatórios, bombas hidráulicas, válvulas reguladoras de pressão e outras partes, o princípio conduz à previsão de espaço suficiente ao redor destes, para garantir a realização das atividades de manutenção preventiva, bem como a movimentação segura da pessoa encarregada de executá-las”.

O sistema de reuso apresentado neste trabalho resultou em um baixo custo de manutenção, já que trabalha com pressões de água reduzidas, componentes simples e ausência de sistema de bombeamento. Outro fator é que, diferentemente de sistemas de reuso de outros tipos de água, de padrão mais baixo, como a da chuva, o sistema não será dotado de nenhuma estrutura para tratamento do efluente.

Possíveis defeitos ou falhas de torneiras, como vazamentos pela bica, pela haste, são os mais comuns. O conserto deste componente consiste na troca do vedante, ou a troca do anel de vedação da haste (BRASIL, 2005, p, 30).

Com relação ao reservatório escolhido no primeiro sistema proposto, a fabricante Plastifibra afirma que seu produto oferece facilidade de troca de local, dispensa manutenção e está em conformidade com a NBR 13.210 (ABNT,2005).

Custos de manutenção corretiva, em vazamentos na rede de tubulação, não serão aqui considerados, pela imprevisibilidade da ocorrência deste defeito. A figura 25 ilustra a baixa ocorrência destes problemas, e, através de dados de Gerlingen (2001), é identificada a média de vazamentos de água, para tubos de PVC. O problema é verificado com a frequência de 0,045 vazamentos/km x ano, com 1,47 vazamentos ocorrendo, a cada 1000 ligações de água, em um ano.

Figura 25 – Incidência de vazamentos em redes de água

Material de rede de água	Km de rede de água	Vazamentos de água	Vazamentos/kmxano
Tubos de ferro fundido cinzento	21173	5658	0,267
Tubos de ferro fundido dúctil	13958	375	0,027
Tubos de aço	4799	1602	0,334
Tubos de polietileno	1350	250	0,185
Tubos de PVC	4072	183	0,045
Tubos galvanizados	2267	503	0,222
	47619	8571	0,180
Material de ligações de água	Número de ligações	Número de vazamentos	Vazamentos por 1000 ligações
Tubos de aço	556468	5744	10,32
Tubos de polietileno	577064	2086	3,61
Tubos de PVC	68848	101	1,47
Tubos de chumbo	124584	2915	23,40
Outros	207928	787	3,78
	1534892	11633	7,58

(fonte:(GERLINGEN, 2001))

Como visto, os custos de manutenção terão as mesmas características, para ambos sistemas, pelo fato de terem natureza semelhante; logo, os custos com manutenção não deverão servir de parâmetro decisivo na escolha entre uma alternativa ou outra.

12.3 PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Um dos fatores mais importantes no processo de aquisição de um sistema que buscará a economia no consumo de água, com certeza, é o tempo que ele levará para ter seu valor investido integralmente retornado. Este valor é abatido mensalmente, ao ser feita a economia no consumo da água distribuída por concessionária.

Para o cálculo da economia mensal de água, em reais, foi necessária a pesquisa do valor da tarifa aplicada pelo DMAE (PORTO ALEGRE, 2017), de onde se retirou que a equação de cálculo do valor de água para abastecimento (equação 6) é feita da seguinte forma:

$$V = PB \times 0,2711 \times C^{1,43577} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

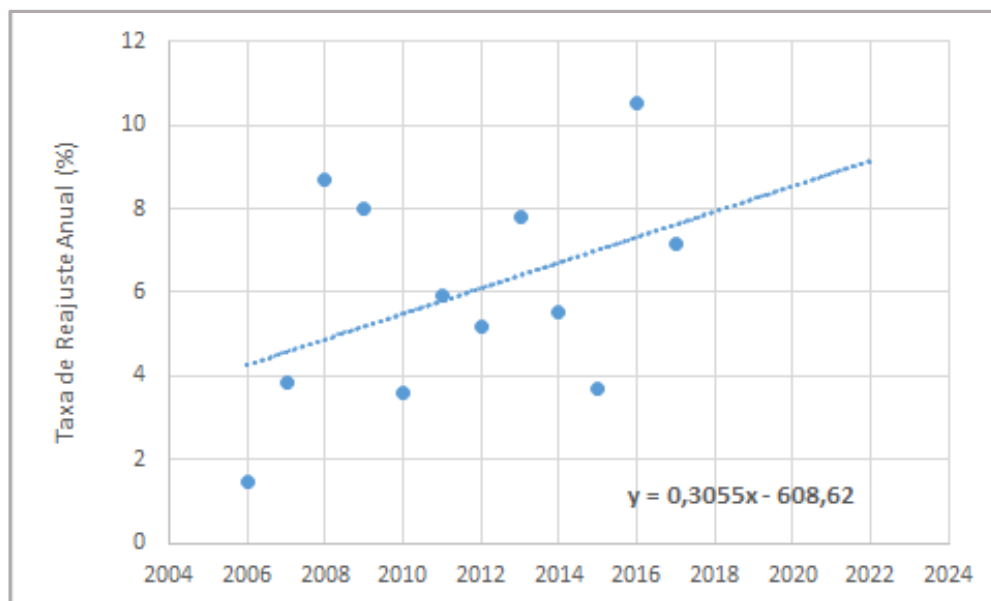
V= valor mensal da conta de água, em R\$;

PB= preço básico da água (R\$/m³)

C= consumo mensal (m³)

O período de retorno do investimento pode ser determinado, considerando, dentre outras informações, a captação de um volume de 1.114,11 litros de água, em um dia de trabalho. Serão considerados os reajustes dos valores cobrados, pela concessionária, pelo volume de água servida a edificações comerciais. Pela figura 26, se pode visualizar a variação destes reajustes, no período de 2006 até 2017, representados por pontos no gráfico.

Figura 26 – Gráfico de projeções dos reajustes anuais via regressão linear



(fonte: adaptado de: DMAE)

Através de método matemático da regressão linear será traçada uma projeção de valores, de acordo com a tendência apresentada nos anos anteriores. Embora a reta não represente fielmente os futuros valores de reajuste, é importante lembrar que estes irão variar.

Os valores de reajustes projetados para os anos que sucederão ao investimento feito, são previstos através de método matemático, e ilustrado na figura 27.

Figura 27 – Reajustes anuais previstos

Ano	2018	2019	2020	2021	2022
Projeção de Reajuste (%)	7,88	8,18	8,49	8,79	9,1

(fonte: elaborado pelo autor)

Adotar-se-á uma taxa de juro anual igual ao reajuste anual da tarifa de água do DMAE. Ou seja, o investimento inicial no sistema de reuso de água será comparado ao valor da água economizada mês a mês, adotando-se parcelas mensais futuras da conta de água sempre com o valor presente em junho de 2017.

Os últimos reajustes feitos pelo DMAE sugerem que haverá um crescimento no valor do reajuste, e como consequência da valorização da água potável, o sistema de reuso ganha ainda mais importância, e justifica a sua implantação em edificações.

12.3.1 Sistema 1

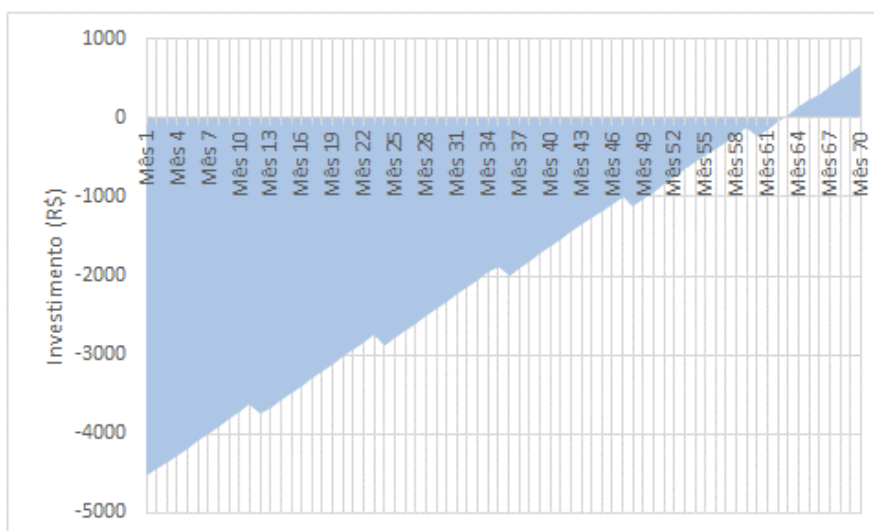
Após análise da projeção dos custos do investimento, sendo compensados ao longo dos meses pela economia de água, pode ser identificado, na figura 28, que o retorno do investimento de R\$ 4.537,24 aconteceria no 63º mês, ou seja, no primeiro semestre do sexto ano, a partir da implantação da solução de reuso pelo empreendimento.

Considerando o valor do m³ de água que é distribuída às edificações comerciais, de R\$ 3,70, em junho do ano de 2017, a economia mensal com água potável, representaria R\$ 90,69 ao condomínio.

Manutenções anuais de limpeza do reservatório no valor de R\$ 210,00 serão contabilizadas, para efeito de obtenção do período de retorno.

O valor investido é reduzido, mensalmente da economia em água potável, e acrescido das manutenções da caixa d'água, até atingir seu ponto de retorno do investimento, como expõe a figura 28.

Figura 28 – Análise do período de retorno do sistema 1



(fonte: elaborado pelo autor)

12.3.2 Sistema 2

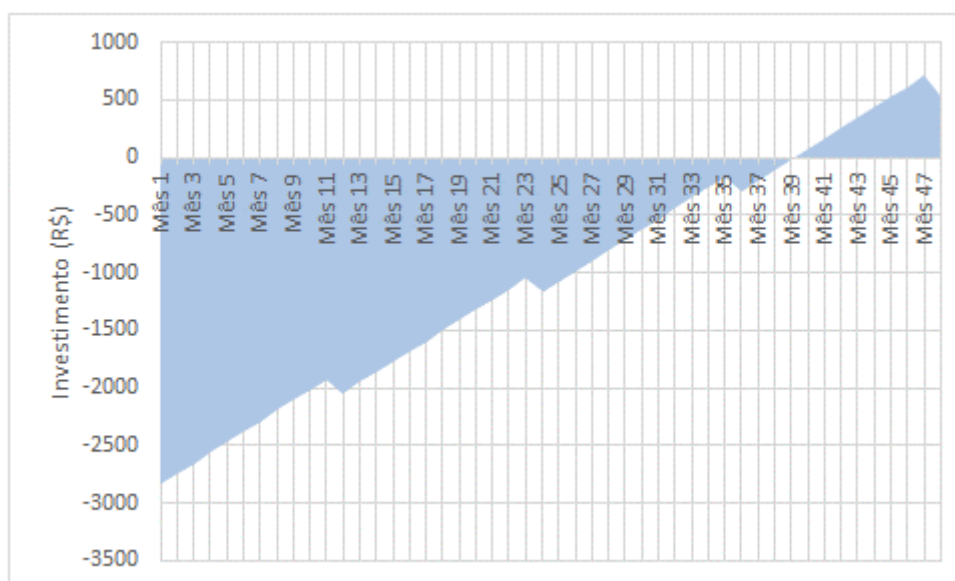
Seguindo a mesma linha de análise adotada para a primeira alternativa de sistema, o retorno do investimento de R\$ 2.832,34, segundo figura 29, aconteceria no 40º mês; isto é, no primeiro semestre de seu quarto ano, contados a partir da implantação do sistema de reuso pelo empreendimento.

A economia mensal com água potável, assim como na primeira alternativa de sistema, corresponderá a R\$ 90,69.

De mesma forma como no sistema 1, as manutenções anuais de limpeza da caixa de água, no valor de R\$ 210,00, serão contabilizadas como custo de manutenção do sistema.

O investimento, através do mesmo raciocínio citado no item anterior, atingirá seu ponto de retorno do investimento, ao que ilustra a figura 29.

Figura 29 – Análise do período de retorno do sistema 2



(fonte: elaborado pelo autor)

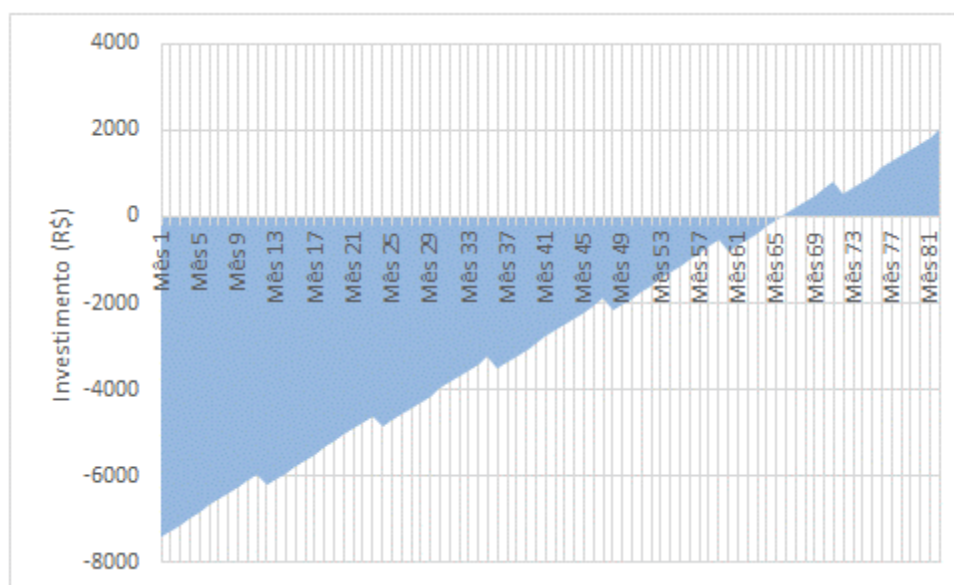
12.3.3 Sistema Misto

Seguindo a mesma linha de análise adotada para a primeira alternativa de sistema, o retorno do investimento de R\$ 7.420,40, segundo a figura 30, aconteceria no 66º mês, no seu sexto ano de implantação.

A economia mensal com água potável, neste caso, seria de R\$ 147,37, considerando um valor do preço da água como sendo R\$ 3,70

De mesma forma que para os sistemas 1 e 2, e por possuir dois reservatórios, as manutenções anuais de limpeza da caixa somarão o valor de R\$ 420,00.

Figura 30 – Análise do período de retorno do sistema misto



(fonte: elaborado pelo autor)

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de pesquisa bibliográfica, o trabalho buscou esclarecer e exemplificar os possíveis usos da água, com origem na extravasão de aparelhos de ar condicionado, para prédios comerciais. Foram identificados alguns autores que se propuseram a estudar a qualidade e quantidade de água, geradas em regiões com menores índices de umidade do ar que Porto Alegre, porém com temperaturas semelhantes durante o verão.

Como resultado destas consultas, constatou-se que a água com tal origem possui uma qualidade capaz de servir a diversos fins, respeitando os parâmetros exigidos pela NBR 13.969 (ABNT,1997), sendo tais águas classificadas como água cinza.

A fim de direcionar este trabalho ao prédio comercial Urban Concept Offices, um estudo da edificação foi necessário, e serviu de referência para a continuidade do trabalho. Ao se verificar que o empreendimento não emprega atualmente nenhuma estratégia de reuso, apesar de apresentar um bom potencial para assim fazer, a proposta de criação deste sistema se mostrou adequada. A demanda específica por esta água cinza foi associada, em maior volume, ao seu emprego para serviços de regas de áreas verdes, assim como para limpeza de pisos do condomínio comercial.

As características do prédio modelo foram reveladas, e a elaboração de um projeto de reuso foi ganhando consistência. O trabalho propôs diferentes composições de sistemas, para que, ao final, fosse possível emitir recomendações sobre qual sistema se enquadraria melhor às necessidades, para diferentes finalidades. Uma vez definidas tais alternativas, elas foram avaliadas, de forma a compatibilizar a eficiência técnica e financeira de sua implantação.

Por meio de estudo do período de retorno das alternativas de sistema, verificou-se que o sistema 2 apresentou um menor tempo para que se pagasse, sendo este mais favorável à adoção do que o sistema 1. Se o efeito a um prazo maior fosse considerado, o sistema misto levaria vantagem, por possuir capacidade de coleta maior, geraria uma economia correspondentemente superior. Um excedente de água seria criado, com a possibilidade de outros usos, os quais não foram explorados por este trabalho.

Como referido por Brasil (2005, p,48), a partir do momento em que um sistema é considerado ideal, inicia-se a etapa seguinte, onde a escolha é traduzida no anteprojeto e projeto executivo dos sistemas hidráulicos prediais, bem como dos demais sistemas de usos específicos.

O trabalho apresenta soluções simples e de baixo custo à construtora, levando-se em conta o investimento feito na execução de uma obra do porte do prédio Urban Concept Offices. O sistema de melhor relação custo benefício, identificado neste trabalho, representaria um investimento de R\$ 2.832,34, proporcionando uma redução do consumo de água potável na ordem de 25 m³, o que abateria os custos e retornaria o investimento em um intervalo de tempo de aproximadamente 3 anos.

Cabe salientar que os valores de volume emanado pelos aparelhos de ar condicionado em pesquisas anteriores, dentro de seus contextos climatológicos, podem representar um importante indicativo de que o sistema de reuso desta água seria muito útil em localidades com pouca precipitação, e seria uma importante fonte para o combate à escassez de água potável.

Os sistemas propostos por este trabalho, possuem aplicabilidade a outros empreendimentos de características semelhantes, que ambicionem otimizar os processos de reuso da água, trazendo economia financeira e redução dos impactos ambientais.

Além de todos os benefícios que projetos de caráter sustentável trazem, eles ainda são capazes de agregar à imagem de seus fomentadores uma visão de consciência ecológica. A respeito dessa consciência, Zanchetta et al. (2009) comentam que os consumidores se mostram cada vez mais preocupados com a sustentabilidade ambiental e com melhorias na qualidade de vida, criando novas oportunidades para o lançamento de produtos considerados ambientalmente saudáveis. E, para atender os anseios dessa classe de consumidores e reunir vantagens competitivas, os administradores de negócios têm elaborado estratégias específicas.

Vale dizer que não se deve apenas levar em conta o valor econômico, quando se pensa em um projeto de sustentabilidade; precisa-se, também, relacioná-lo aos benefícios reais que são gerados, a partir de sua implantação, à preservação do meio ambiente.

Assim como o incorporador de tais tecnologias de cunho sustentável desempenha importante missão ambiental, da mesma forma, políticas públicas deveriam incentivar empreendedores e sociedade, em geral, para a difusão de outras iniciativas de desenvolvimento sustentável, a fim de proteger os já degradados recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ALVES, W. C.; KIPESTOK, A.; ZANELLA, L.; PHILIPPI, L.S.; SANTOS, M. F. L.; VALENTINA, R. S. D.; OLIVEIRA, L. V.; GONÇALVES, R. F. Tecnologias de conservação em sistemas prediais. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. P. 219-294. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em: < https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_5.pdf >. Acesso em 15 mai. 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e Execução, 1999.

_____. **NBR 13.969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação, 1997.

_____. **NBR 5.626**: Instalação predial de água fria, 1998.

_____. **NBR 5.674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, 2012.

_____. **NBR 13.210**: Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável – Requisitos e métodos de ensaio, 2005.

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

BERMUDEZ, F.L.; RECIO, J.M.R.; CUADRAT, J.M. **Geografia Física**. Madrid: Catedra. p. 176-177, 1992.

BOULWARE, E.W. Bob. **Alternative water sources and wastewater management**. Estados Unidos da América: Mc Graw Hill. 365 p., 2013

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e reuso de água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005. Disponível em: <www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf>. Acesso em 15 mai. 2017.

_____. Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

_____. Lei Nº 13.303, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

CANTO, E. L. DO. **Em dia com as CIÊNCIAS**, 2008.

CARVALHO. **Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Cuiabá, MT, 2012.

CYRELA. **Urban Concept Carlos Gomes Offices**. Disponível em: <<http://www.cyrela.com.br/imovel/urban-concept-carlos-gomes-offices-salas-comerciais-proximo-ao-iguatemi-porto-alegre-rs>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

FAZFÁCIL. **Drenagem do Ar-Condicionado Split**. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/manutencao/condicionado-split-drenagem>>. Acesso em 15.mai.2017.

GERLINGEN, W. **Water loss Management and Techniques**. German National Report, 2001.

GIDEON P. W., AVERY L. M., FRASER-WILLIAMS R., PIDOU M., JEFFREY P., STEPHENSON T., JEFFERSON B. **A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse**. *Ecological Engineering*, n. 32, p. 187-197. 2008.

GREGORY, J. D., LUGG, R., SANDERS, B. **Revision of the national reclaimed water guidelines. Desalination**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 263-268, Aug. 1996. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/search/article?option1=tka&value1=Revision+of+the+national+reclaimed&pageSize=10&index=1>>. Acesso em 10.nov.2016.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da água da chuva**. Makoto Murase(Org.). Tradução: Massato Kobiama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Tradução de: Yatte Miyo Amamizu Riyo. Curitiba: Organic Trading, 2002, 196p.

HIDROCLEAN. **Alguns de nossos serviços**. Disponível em: <<http://www.desentupidoraemportoalegre.net/>>. Acesso em 20.mai.2017

JEPPESEN, B. **Domestic greywater re-use: Australia's challenge for the future, Desalination**. 106 p. 311 – 315, 1996.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. – KÖPPEN, W., R. GEIGER (Eds.): *Handbuch der Klimatologie*. – Gebrüder Bornträger, Berlin, 1, 1–44, part C, 1936.

KOTTEK, M. et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

LG. **Simulador de cálculo de btu para ar condicionado**. Disponível em: <<http://www.lg.com/br/simulador-de-capacidade/index.jsp>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

MARIA, C. et al. Diagnóstico da Manutenção Preventiva das Instalações Prediais de Água Fria do CEFET-PB , Unidade João. [s.d.].

MAY, S. Caracterização , Tratamento e Reuso de Águas Cinzas E Aproveitamento de Águas Pluviais em Caracterização , Tratamento E Reuso. p. 222, 2009.

MOLLIER, R. **Ein neues Diagramm für Dampfluftgemische (A new diagram for steam-air mixures)**, Z. Ver, Deut, Ing., vol. 67, p. 869-872.

PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. Aproveitamento de Água de Chuva. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. p. 73-152. Disponível em: < http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf > Acesso em: 21 ago. 2017.

PINI. **Urban Concept Carlos Gomes Offices e Urban Concept Três Figueiras Residence**. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/90/artigo281910-1.aspx>>. Acesso em: 01 jun.2017

PORTO ALEGRE. Procuradoria Geral do Município. **Serviços de Distribuição de Água**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: < [REBOUÇAS, T. C. et al. **Características físico-químicas e microbiológicas de diferentes tipos de águas residuárias de origem residencial**. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Belo Horizonte, 24, 2007. Anais... Minas Gerais: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?u=/netahtml/sirel/avancada.html&p=1&r=1&f=S&d=ATOS&l=20&s1=(servi%E7o+de+distribui%E7%E3o+de+%E1gua)..RELA.>. Acesso em: 12.mai.2017.</p></div><div data-bbox=)

SÃO PAULO. **NTS 181**: Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação, 2012.

SAMSUNG. **Ar-condicionado split digital inverter frio 18000 btu/h**. Disponível em: <<http://www.samsung.com/br/consumer/home-appliances/air-conditioners/digital-inverter/ar18jvpspgm/az>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

SELLI, D. **A Umidade Relativa e seu Comportamento em Função da Temperatura**, 2016.

SINAPI - Índices da Construção Civil, Disponível em: <<http://goo.gl/ttgltv>>. Acesso em 12 mai. 2017

TAVEIRA E PINTO, A. R. C. DE. Influência do Clima nas Condensações Superficiais Exteriores em Fachadas Revestidas com ETICS. 2011.

TIGRE. **Tubos e Conexões Para Água Fria**. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/obras-e-reformas/agua/tubos-e-conexoes-para-agua-fria>>. Acesso em 23 jul. 2017.

TCPO. **Tabela de Composição de Preços para Orçamentos**. São Paulo: PINI, 2008. 630 p.

VAREJÃO-SILVA, M. Meteorologia e climatologia. **Vasa**, p. 449, 2000.

WHO. World Health Organization and United Nations Children's Fund (UNICEF) (2000), **Global Water Supply and Sanitation Assessment**, 2000.

APÊNDICE A – Conversa com Profissional de Limpeza do Prédio Comercial Urban Concept Offices

Pergunta: Quais são as áreas de piso que a senhora é responsável pela limpeza?

Resposta: Faço a limpeza da área interna térrea e do mezanino, assim como banheiros e copa.

Pergunta: Como é feita a limpeza dos pisos do edifício e a quantidade de água gasta nestes locais?

Resposta: Em dias de semana, faz-se uma limpeza mais superficial, para não atrapalhar a circulação dos frequentadores do prédio, utilizando vassouras e limpeza com panos e esponjas. Já nos finais de semana, a limpeza é mais intensa, com mais quantidade de água gasta, assim como outros produtos de limpeza. Quanto a quantidade de água, não sei ao certo, mas creio que utilizo mais de 15 baldes de água. Para cada banheiro, é utilizado um balde de 14 litros, no total de 4 banheiros que fazem parte da minha área de limpeza.

Pergunta: E a respeito dos pisos da área externa? Como é feita a limpeza?

Resposta: É contratada uma empresa uma vez por mês, que é responsável pela limpeza dos pisos de pedra, assim como a lavagem da fachada envidraçada do prédio. Não tenho conhecimento de como é o procedimento ao certo.

Pergunta: Quais são as situações mais desfavoráveis na limpeza dos pisos?

Resposta: Com certeza em dias de chuva, quando as pessoas trazem a sujeira nos calçados, necessitando uma constante intervenção da equipe de limpeza, e nos demais dias é a fuligem dos carros, por estarmos na Avenida Carlos Gomes, muita sujeira vem nesta forma

APÊNDICE B – Orçamentos para Reservatório de Polietileno 2.000 L

Breithaupt *Paixão em servir* 30

Mais buscados: docol pneus serra marmore tanque torneira

Toda Loja

CONSTRUÇÃO · FERRAMENTAS ELÉTRICAS · MÁQUINAS E FERRAMENTAS · AUTO CENTER · ELETRO · JARDIM E LAZER · PROMOÇÃO

Você está em: Início > Caixa Água Polietileno 2000L com Tampa - Fortlev



Caixa Água Polietileno 2000L com Tampa - Fortlev

Possui superfície interna lisa que facilita a limpeza. Conta com sistema de encaixe de tampa que dispensa parafusos e amarras na instalação.

Seja o primeiro a avaliar este produto

R\$605,83 (economie 6%)
à vista no boleto

R\$644,50
no cartão em até 10x de R\$64,45

Disponibilidade: Sob
encomenda

COMPRAR

Frete e prazo:

CEP:
Não sei meu CEP

COPAFAER .com

OH, visitante!
Entre ou Cadastre-se

COMPRA PELO TELEFONE
(11) 4996-6000

TODOS OS DEPARTAMENTOS · FERRAMENTAS · ILUMINAÇÃO · MATERIAIS ELÉTRICOS · MATERIAIS HIDRÁULICOS

Home | Materiais para Construção | Caixas D'Água | Caixas D'Água de Polietileno | Caixa D'Água Em Polietileno 2000 Litros Com Tampa - 02020001 - FORTLEV

FORTLEV CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO 2000 LITROS COM TAMPA - 02020001 - FORTLEV

Código: P2578340

Mais informações do produto



DE R\$-1122,65

R\$ 863,78

ou 10x de R\$ 86,38 sem juros

COMPRAR

ENCONTROU PREÇO MELHOR?
COBRIMOS QUALQUER OFERTA

CLIQUE AQUI

PADOVANI 45 *MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO*

O QUE ESTÁ PROCURANDO...

SUA CONTA

TODA A LOJA · BANHEIRO · COZINHA E LAVANDERIA · PORTAS E JANELAS · TINTAS

deca

padovani > Hidráulica > Caixas D'Água

CAIXA D'ÁGUA 2000L AZUL POLIETILENO - FORTLEV

CÓDIGO:
7629
★★★★★



Por: **R\$ 874,00**

OU 10x DE R\$ 87,40 SEM JUROS

OU R\$ 856,52 à vista

SELECIONE A QUANTIDADE

- 1 +

COMPRAR

OPÇÕES DE PARCELAMENTO:

À Vista R\$ 874,00	6X De R\$ 145,65
2X De R\$ 437,00	7X De R\$ 124,85
3X De R\$ 291,33	8X De R\$ 109,25
4X De R\$ 218,50	9X De R\$ 97,11
5X De R\$ 174,80	10X De R\$ 87,40

APÊNDICE C – Contato com Empresa ACR Consultoria Química

Em conversa via e-mail com a ACR Consultoria Química, através da funcionária Cenira Ramos Zanirati, responsável pela manutenção do lago e fontes de água presente no empreendimento. Ela responde aos questionamentos feitos no diálogo relatado abaixo:

César Bonamigo:

Bom dia Sra. Cenira Zanirati.

Sou estudante de engenharia civil e estou fazendo meu trabalho final do curso inspirado no prédio Urban Concept Offices.

O trabalho versa sobre o reuso de água coletada dos aparelhos de ar condicionado.

Estive conversando com a gestora, senhora Evelise Sebem, e gostaria de saber mais sobre a manutenção que é feita nas fontes de água do pequeno lago que se encontra na parte da frente do prédio.

Gostaria de saber se há em algum momento a troca desta água do lago por água nova, proveniente da rede de alimentação do DMAE. Para que então eu possa fazer o estudo para justamente poupar esta quantia de água.

Comentaram a mim que a responsável pelo lago seria a, talvez seja mais pertinente que chegue até ela este e-mail.

Cenira Zanirati:

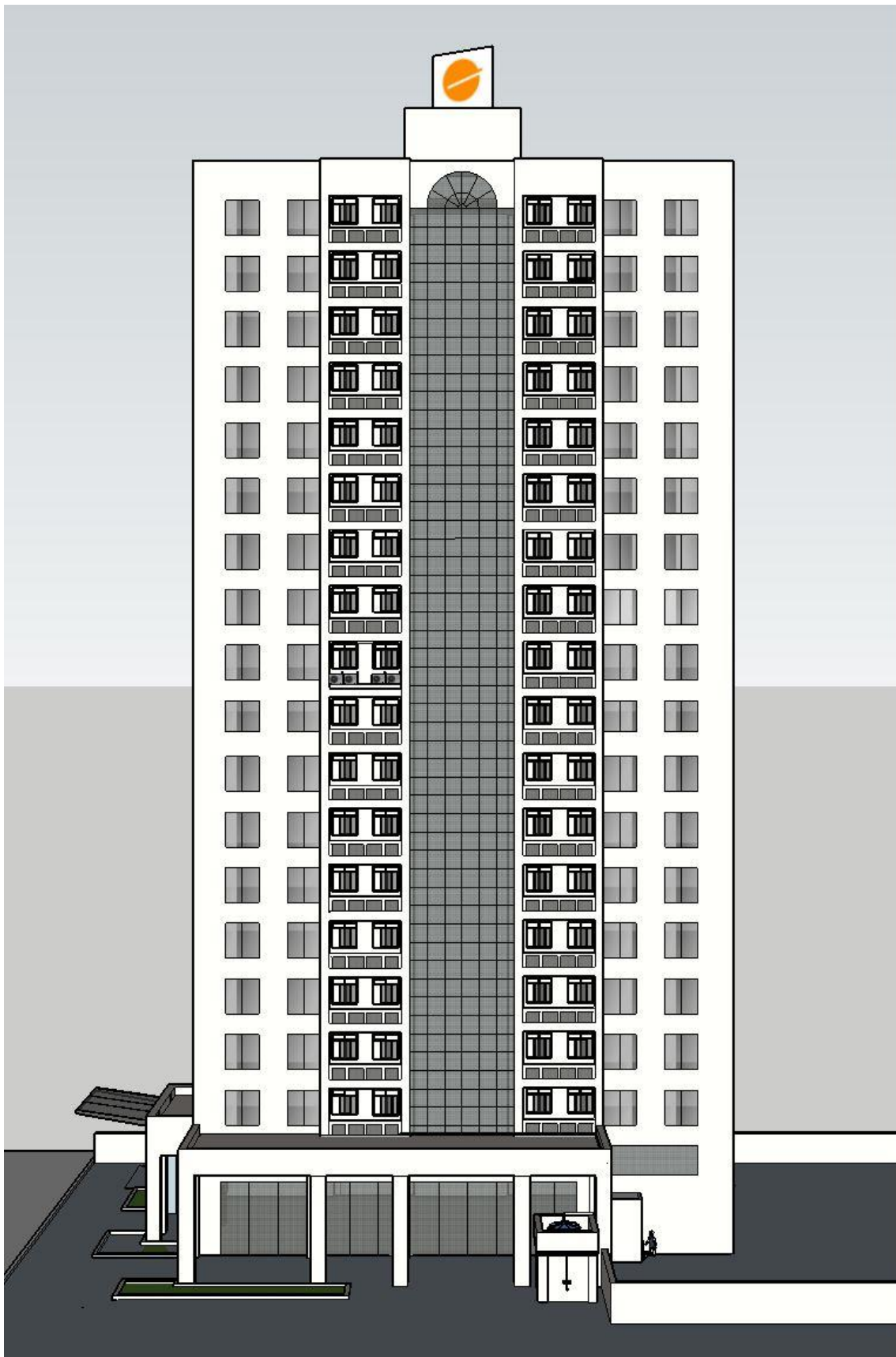
Olá Cesar

Não tem necessidade de trocar a água das fontes.

Elas são renovadas através das chuvas...

O tratamento é feito basicamente com cloro e algicidas à base de cobre.

O reabastecimento só ocorre em caso de vazamentos ou limpezas das pedras no fundo.

APÊNDICE D – Modelagem Simplificada do Edifício Urban Concept Offices

ANEXO A – Prefeitura Municipal de Porto Alegre - Departamento Municipal de Água e Esgotos. Leitura de consumo de água do ramal referente ao empreendimento Urban Concept Offices.



Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Departamento Municipal de Água e Esgotos
C.N.P.J. 92.924.901/0001-98

Página 1 de 3

Emitido em: 21/05/2017 13:33:01

CONSUMOS DO RAMAL

RAMAL DE ÁGUA							Número: 3244113	
Situação Ativo	Data Situação 30/04/2009	Economias 204	Tarifa Água e esgoto	Categoria Comercial	Cálculo Normal	Grupo 7		
Endereço AV CARLOS GOMES				Prédio 1492	Pav.	Apto	Sub-num	
Número Hidrômetro E15B000067			Média 3 meses 389		Média 6 meses 401			

LEITURAS/CONSUMOS						
Mês	Data	Hora	Leitura	Consumo	Tipo Consumo	Anormalidades
Abr/2017	19/04/2017	23:59	7969	447	Normal	
Mar/2017	20/03/2017	23:59	7522	363	Normal	
Fev/2017	18/02/2017	23:59	7159	431	Normal	
Jan/2017	19/01/2017	23:59	6728	372	Normal	
Dez/2016	19/12/2016	23:59	6356	380	Normal	
Nov/2016	23/11/2016	23:59	5976	459	Normal	
Out/2016	19/10/2016	23:59	5517	405	Normal	
Set/2016	21/09/2016	23:59	5112	508	Normal	
Ago/2016	18/08/2016	00:00	4604	349	Normal	
Jul/2016	19/07/2016	00:00	4255	473	Normal	
Jun/2016	20/06/2016	00:00	3782	430	Normal	
Mai/2016	20/05/2016	00:00	3352	389	Normal	
Abr/2016	20/04/2016	00:00	2963	415	Normal	
Mar/2016	19/03/2016	00:00	2548	380	Normal	
Fev/2016	22/02/2016	00:00	2168	400	Normal	
Jan/2016	20/01/2016	00:00	1768	329	Normal	
Dez/2015	19/12/2015	00:00	1439	463	Normal	
Nov/2015	20/11/2015	00:00	976	402	Normal	
Out/2015	22/10/2015	00:00	574	395	Normal	
Set/2015	19/09/2015	00:00	179	178	Normal	
Set/2015	04/09/2015	00:00	17060	186	Normal	
Ago/2015	20/08/2015	00:00	16874	378	Normal	
Jul/2015	21/07/2015	00:00	16496	433	Normal	
Jun/2015	17/06/2015	00:00	16063	340	Normal	
Mai/2015	19/05/2015	00:00	15723	319	Normal	
Abr/2015	18/04/2015	00:00	15404	360	Normal	
Mar/2015	20/03/2015	00:00	15044	345	Normal	
Fev/2015	20/02/2015	00:00	14699	375	Normal	
Jan/2015	17/01/2015	00:00	14324	294	Normal	
Dez/2014	18/12/2014	00:00	14030	388	Normal	
Nov/2014	19/11/2014	00:00	13642	423	Normal	
Out/2014	18/10/2014	00:00	13219	364	Normal	
Set/2014	18/09/2014	00:00	12855	367	Normal	
Ago/2014	19/08/2014	00:00	12488	324	Normal	
Jul/2014	19/07/2014	00:00	12164	325	Normal	
Jun/2014	19/06/2014	00:00	11839	319	Normal	
Mai/2014	21/05/2014	00:00	11520	298	Normal	
Abr/2014	18/04/2014	00:00	11222	298	Normal	
Mar/2014	21/03/2014	00:00	10924	273	Normal	
Fev/2014	19/02/2014	00:00	10651	295	Normal	
Jan/2014	21/01/2014	00:00	10356	302	Normal	
Dez/2013	18/12/2013	23:00	10054	365	Normal	
Nov/2013	20/11/2013	00:00	9689	342	Normal	
Out/2013	17/10/2013	21:00	9347	315	Normal	
Set/2013	19/09/2013	00:00	9032	271	Normal	



CONSUMOS DO RAMAL

RAMAL DE ÁGUA				Número: 3244113		
Situação Ativo	Data Situação 30/04/2009	Economias 204	Tarifa Água e esgoto	Categoria Comercial	Cálculo Normal	Grupo 7
Endereço AV CARLOS GOMES				Prédio 1492	Pav.	Apto Sub-num
Número Hidrômetro E15B000067		Média 3 meses 389		Média 6 meses 401		

LEITURAS/CONSUMOS						
Mês	Data	Hora	Leitura	Consumo	Tipo Consumo	Anormalidades
Ago/2013	19/08/2013	23:59	8761	212	Normal	
Jul/2013	19/07/2013	23:59	8549	235	Normal	
Jun/2013	19/06/2013	16:58	8314	217	Média	
Mai/2013	20/05/2013	10:46	8097	186	Normal	
Abr/2013	20/04/2013	12:29	7911	250	Média	
Mar/2013	25/03/2013	10:05	7661	250	Média	
Fev/2013	20/02/2013	14:55	7411	289	Normal	
Jan/2013	17/01/2013	13:46	7122	176	Normal	
Dez/2012	19/12/2012	13:14	6946	285	Normal	
Nov/2012	20/11/2012	13:36	6661	249	Normal	
Out/2012	18/10/2012	13:42	6412	279	Normal	
Set/2012	17/09/2012	13:21	6133	392	Normal	
Ago/2012	17/08/2012	13:17	5741	291	Normal	
Jul/2012	19/07/2012	16:07	5450	123	Normal	
Jun/2012	19/06/2012	12:48	5327	176	Normal	
Mai/2012	18/05/2012	12:54	5151	150	Normal	
Abr/2012	19/04/2012	12:33	5001	148	Normal	
Mar/2012	20/03/2012	13:15	4853	243	Normal	
Fev/2012	17/02/2012	12:35	4610	615	Normal	
Jan/2012	18/01/2012	12:05	3995	462	Normal	
Dez/2011	20/12/2011	12:07	3533	621	Normal	
Nov/2011	21/11/2011	11:37	2912	680	Normal	
Out/2011	20/10/2011	10:32	2232	837	Normal	
Set/2011	21/09/2011	11:26	1395	1394	Normal	
Set/2011	16/08/2011	00:00	9226	0	Normal	
Ago/2011	19/08/2011	11:22	9226	1157	Normal	
Jul/2011	21/07/2011	11:23	8069	968	Normal	
Jun/2011	21/06/2011	11:36	7101	777	Normal	
Mai/2011	20/05/2011	10:10	6324	471	Normal	
Abr/2011	20/04/2011	10:48	5853	619	Normal	
Mar/2011	23/03/2011	12:23	5234	421	Normal	
Fev/2011	21/02/2011	10:32	4813	519	Normal	
Jan/2011	20/01/2011	10:07	4294	445	Normal	
Dez/2010	21/12/2010	23:38	3849	533	Normal	
Nov/2010	22/11/2010	10:17	3316	521	Normal	
Out/2010	21/10/2010	09:43	2795	396	Normal	
Set/2010	22/09/2010	09:32	2399	375	Normal	
Ago/2010	20/08/2010	10:24	2024	278	Normal	
Jul/2010	21/07/2010	10:05	1746	295	Normal	
Jun/2010	21/06/2010	10:17	1451	178	Normal	
Mai/2010	19/05/2010	10:48	1273	165	Normal	
Abr/2010	20/04/2010	09:13	1108	156	Normal	
Mar/2010	22/03/2010	10:25	952	213	Normal	
Fev/2010	19/02/2010	10:01	739	257	Normal	
Jan/2010	19/01/2010	09:59	482	67	Normal	



Prefeitura Municipal de Porto Alegre
 Departamento Municipal de Água e Esgotos
 C.N.P.J. 92.924.901/0001-98

Página 3 de 3

Emissão em: 21/05/2017 13:33:01

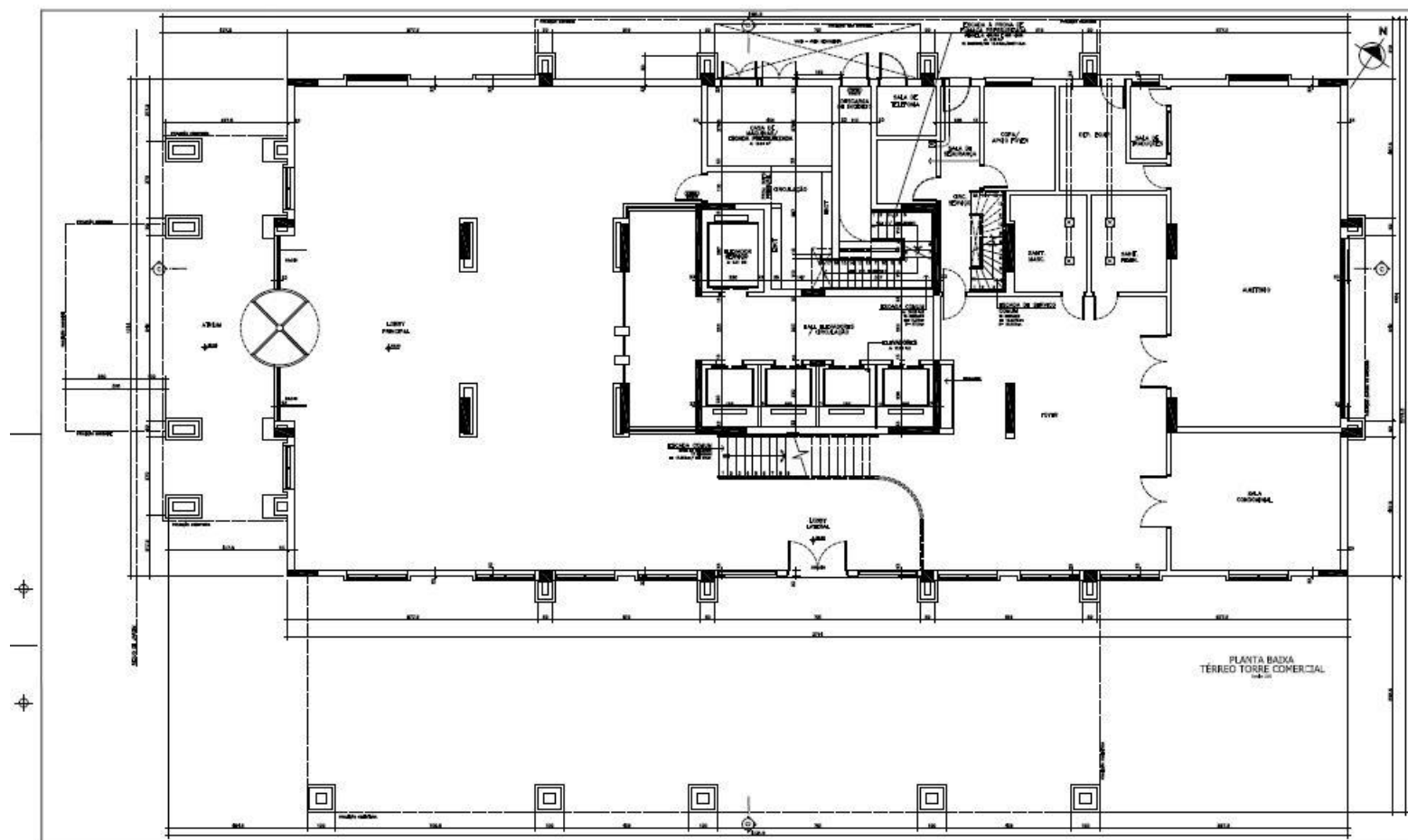
CONSUMOS DO RAMAL

RAMAL DE ÁGUA				Número: 3244113		
Situação Ativo	Data Situação 30/04/2009	Economias 204	Tarifa Água e esgoto	Categoria Comercial	Cálculo Normal	Grupo 7
Endereço AV CARLOS GOMES				Prédio 1492	Pav.	Apto Sub-num
Número Hidrômetro E15B000067		Média 3 meses 389		Média 6 meses 401		

LEITURAS/CONSUMOS						
Mês	Data	Hora	Leitura	Consumo	Tipo Consumo	Anormalidades
Dez/2009	17/12/2009	10:20	415	34	Normal	
Nov/2009	18/11/2009	10:45	381	66	Normal	
Out/2009	20/10/2009	09:02	315	48	Normal	
Set/2009	18/09/2009	10:22	287	117	Normal	
Ago/2009	20/08/2009	15:42	150	32	Normal	
Jul/2009	20/07/2009	15:25	118	50	Normal	
Jun/2009	19/06/2009	10:04	68	44	Normal	
Mai/2009	20/05/2009	13:09	24	23	Normal	

ANEXO B – Plantas Arquitetônicas do Empreendimento
Urban Concept Offices

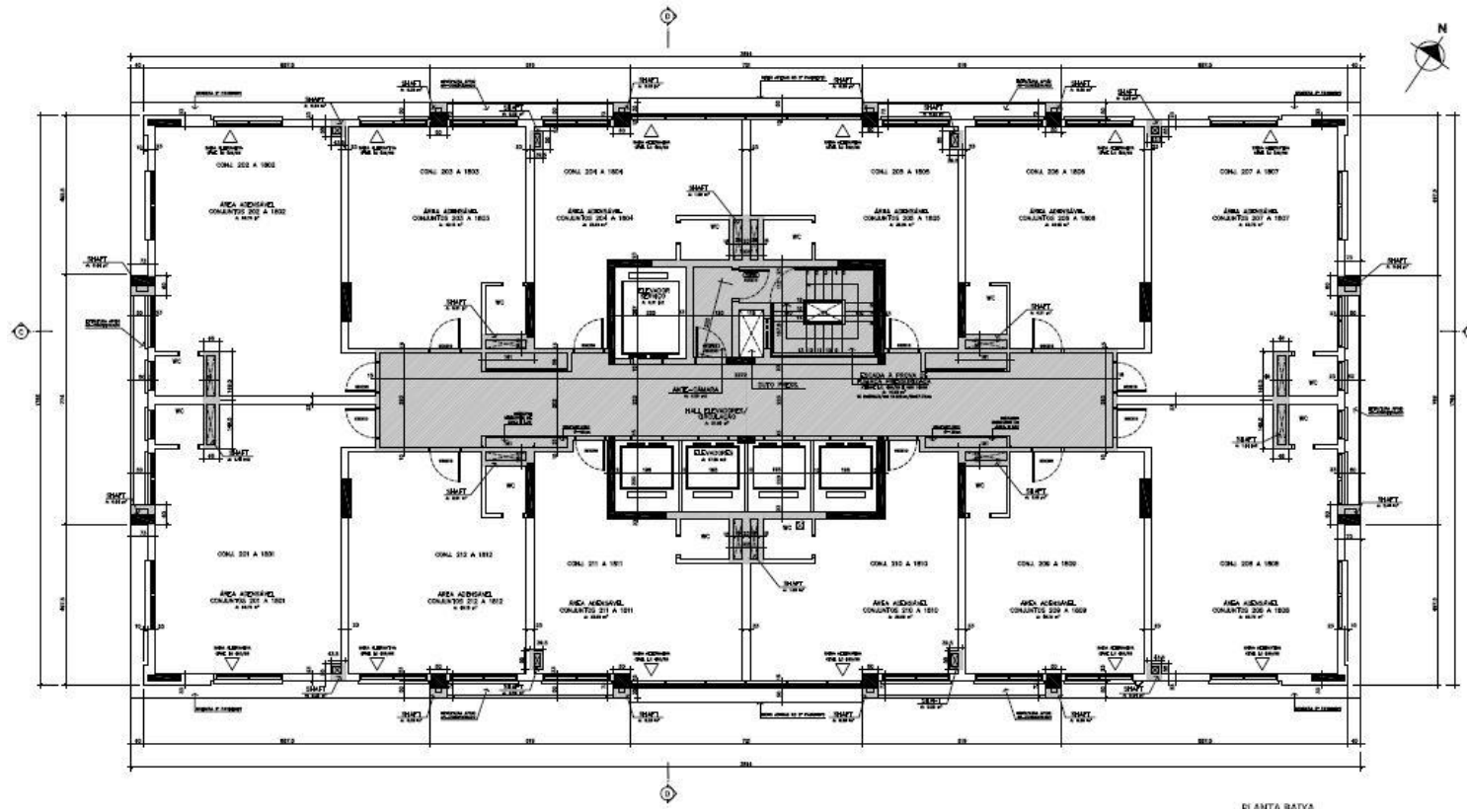
Planta Arquitetônica do Pavimento Térreo



(fonte: Cyrela)

Sistema de reuso de água cinza originária de aparelhos de ar condicionado em um prédio comercial

Planta Arquitetônica do Pavimento Tipo



(fonte: Cyrela)