

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

**VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUAS CINZA, ESTUDO DE
CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL EM CUIABÁ-MT.**

BRUNO LUIS LEAL

Orientadora: Profa. Dra. Margarida Marchetto

CUIABÁ

2013

BRUNO LUIS LEAL

**VIABILIDADE DE REÚSO DE ÁGUAS CINZA, ESTUDO DE
CASO EM CONDOMÍNIO VERTICAL EM CUIABÁ-MT.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Profa. Dra. Margarida Marchetto

CUIABÁ

2013

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Profa. Dra. Margarida Marchetto - UFMT

Orientadora

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antônio Brandt Vecchiato
Departamento de Geologia - UFMT

Prof. Dr. Marcelo Melo Barroso
Instituto Superior de Inovação e Tecnologia - ISITEC / SP

Cuiabá-MT, 18 de Dezembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em especial à minha mãe Margarida e ao meu pai Jorge,
pela vida e pela educação;

Aos meus irmãos Marcos, Maira e João pelos momentos de alegria e reflexão;

Ao grande amigo Marcelo que auxiliou muito nos momentos difíceis;

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, PPGRH, pela oportunidade de realização deste trabalho em minha área de pesquisa.

Aos professores do PPGRH pelos conhecimentos fornecidos ampliando nossos horizontes e em especial a minha orientadora profa. Dra. Margarida pela atenção e dedicação.

Aos colegas da graduação e do PPGRH pelo auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso e apoio.

Agradeço em especial aos colegas Adelmo Barros, Walter Carvalho, Marcelo Salles, Rafael Paes e todos os outros que contribuíram nas escolhas importantes e direcionamento dos meus estudos e carreira.

Agradeço também à Elivete, o Jader, ao Becker e ao Davi por terem me apoiado e confiado em mim, mesmo sem saber, ajudaram de forma evidente ao longo desta jornada.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado, enquanto a imaginação abraça o mundo inteiro, estimulando o progresso, dando luz à evolução. Ela é, rigorosamente falando, um fator real na pesquisa científica.”

Albert Einstein

Leal, Bruno Luis, Viabilidade de Reúso de Águas Cinza, Estudo de Caso em Condomínio Vertical em Cuiabá-MT, Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Recursos Hídricos, 78 pg 2013.

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido em um condomínio residencial em Cuiabá, foi realizada análise da viabilidade da implantação de solução que promova o uso eficiente da água em uma edificação vertical existente, com base nas características físicas e aspectos sociais da edificação, adotando como proposta o uso racional de água, considerando o reúso de águas cinza de lavanderia para uso de irrigação do jardim e limpeza da área comum. Como modelo foi usado à edificação em escala real, de padrão médio a alto, vertical, em regime de condomínio totalizando 300 unidades habitacionais distribuídas em três torres de 25 andares com quatro apartamentos por andar, consome em média 4430 m³ de água por mês. Os dados obtidos foram baseados em aplicação de questionário aos moradores e compilação dos resultados. Com este estudo observou-se que a implantação das medidas estudadas poderá gerar economia de 5680 m³/ano, este volume equivale ao consumo anual de 30 famílias. Este trabalho teve por objetivo gerar informações que visam motivar a implantação de novos projetos de reúso de água e gerenciamento da água em edificações.

Palavras-chaves: Recursos Hídricos; Uso Racional de Água; Reúso de Água Cinza.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Distribuição das águas na Terra num dado instante. Fonte Rebouças,1999 ³	5
Figura 2 Consumo de água por setor nas regiões metropolitanas do Brasil (OLIVEIRA,1999).	6
Figura 3 Hidrografia do Estado de Mato Grosso e suas principais bacias Hidrográficas Amazônia, Tocantins-Araguaia e Paraguai. Fonte: SEPLAN-MT.....	8
Figura 4 Dados do Sistema de Abastecimento Urbano de Cuiabá. ATLAS BRASIL (ANA, 2010).....	9
Figura 5 Arejadores para torneira. Fonte: www.deca.com.br.	12
Figura 6 Torneira mecânica. Fonte: www.docol.com.br.	13
Figura 7 Válvula de descarga de acionamento duplo. Fonte: www.docol.com.br	13
Figura 8 Redutor de pressão no chuveiro. Fonte: www.docol.com.br	14
Figura 9 Tipos de reúso. Fonte: HESPANHOL (1999).	18
Figura 10 Reservatórios em relação ao terreno e esquema de um reservatório típico.	20
Figura 11 Reservatório enterrado de polietileno.....	25
Figura 12 Sistema de Tratamento de Água de Reúso desenvolvido através de projeto financiado pela FAPEMAT e FINEP.....	29
Figura 13 ETAR é um sistema de tratamento compacto, fechado em aço escovado, possui painel elétrico com sensores que emitem relatórios por meio de dados GPRS.	29
Figura 14 Área de estudo. Fonte: Prefeitura de Cuiabá.	30
Figura 15 Localização do Condomínio Parque Pantanal e extensão de sua área. Fonte: GOOGLE EARTH.....	34
Figura 16 O condomínio é composto por três torres com 25 andares sendo 4 apartamentos por andar, totalizando 300 unidades.	34
Figura 17 Área de lazer com duas quadras poliesportivas, academia, piscina adulto e infantil, campo de futebol e quadra de tênis.	35
Figura 18 Hidrômetros para medição individual.	36
Figura 19 Planta baixa Apartamento Tipo do Condomínio Parque Residencial Pantanal.....	37
Figura 20 Origem dos moradores que responderam.....	39
Figura 21 População média por apartamento.	40

Figura 22 Tempo de residências dos moradores.	40
Figura 23 A maioria afirma conhecer o que é o sistema de reúso da água.	41
Figura 24 Grau de importância dos estudos que buscam reduzir o consumo/desperdício de água.	42
Figura 25 Grau de interesse e flexibilidade para com o período de obras para adequação.....	42
Figura 26 Local de uso da água após tratada sob a ótica dos próprios moradores.	43
Figura 27 Interesse dos moradores em trocar os equipamentos sanitários.	43
Figura 28 Equipamentos economizadores instalados nos apartamentos	44
Figura 29 Frequência de lavagem de roupas.....	44
Figura 30 Pessoa responsável pela lavagem das roupas.....	45
Figura 31 Tipo de máquina de lavar roupa automática ou tanquinho, todos apresentaram algum tipo de máquina de lavar.	45
Figura 32 Interesse em participar do projeto de redução do consumo de água.....	46
Figura 33 Valor que o morador estaria disposto para incentivar a implantação do projeto.	46
Figura 34 Consumo d'água mensal por torre.	48
Figura 35 Planta do projeto de esgoto da edificação, com destaque para o Tubo de queda 30 responsável pela coleta das águas cinza de lavanderia.....	53
Figura 36 Tubos de queda de esgoto em marrom localizados no estacionamento do subsolo.....	54
Figura 37 Localização do possível reservatório (em amarelo) para irrigação do jardim e limpeza do pátio e área de lazer.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Disponibilidade de água por habitante/região (1.000 m ³)	5
Tabela 2 Demonstrativo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), segundo o Tipo do imóvel.	9
Tabela 3: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado	26
Tabela 4: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado.	27
Tabela 5 Caracterização das análises físico-químicas e bacteriológicas de amostragens levantadas por SILVA onde demonstrou êxito no tratamento do efluente de acordo com a Resolução do CONAMA 430/11.	28
Tabela 6 Quadro de áreas do condomínio.	35
Tabela 7 Quantificação dos equipamentos hidráulicos existentes nos apartamentos.	37
Tabela 8 Tarifa Residencial cobrada pela CAB.	38
Tabela 9 Distribuição do Consumo de Água na Torre dos Ventos.	49
Tabela 10 Distribuição do Consumo de Água na Torre das Águas.	49
Tabela 11 Distribuição do Consumo de Água na Torre das Matas	49
Tabela 12 Distribuição do Consumo de água do Parque Pantanal	50
Tabela 13 Tarifa de água cobrada por faixa de consumo por unidade habitacional. .	52
Tabela 14 Volume estimado de consumo nas máquinas de lavar roupa do condomínio	54
Tabela 15 Estudos de consumo por aparelhos sanitários realizados em instituições renomadas	55
Tabela 16 Resumo de Demanda e Oferta de água	55
Tabela 17 Orçamento do reservatório com base na tabela SINAPI.	56
Tabela 18 Quadro resumo do custo do sistema e tempo de retorno.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FIESP – Federação das indústrias do Estado de São Paulo.

ANA – Agência Nacional de Água.

ETAC- Estação de Tratamento de Águas Cinzas.

PCA – Programa de Conservação de Água.

PBQP-H Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FAPEMAT – Fundação de Amparo a Pesquisa de Mato Grosso.

SINDUSCON – Sindicato da Construção Civil

ABES – Associação Brasileira de Engenheiros Sanitaristas

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos

NBR – Norma Brasileira de Regulamentação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IPDU – Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano.

ONU – Organização das Nações Unidas

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 A água no mundo	4
3.2 No Brasil	5
3.3 No Mato Grosso	7
3.4 Em Cuiabá	8
3.5 Urbanização vertical	9
3.6 Programa de Conservação da água (PCA)	10
3.7 Equipamentos Economizadores de Água	11
3.7.1 Arejador	12
3.7.2 Torneiras Hidromecanicas	12
3.7.3 Bacia Sanitária	13
3.8 Aproveitamento de Água de Chuva.	14
3.8.1 Considerações a respeito da água pluvial	14
3.8.2 Das Variáveis envolvidas	14
3.8.3 Sistema de aproveitamento de água de chuva	15
3.9 Reúso de Água	17
3.9.1 Tipos de reúso	17
3.9.2 Caracterização	18
3.9.3 Reúso de Água Cinza	19
3.10 Reservatórios	19
3.10.1 Definição e Finalidades	19

3.10.2	Classificação	20
3.10.3	Considerações para o dimensionamento do reservatório	21
3.10.4	Tipos de materiais empregados na fabricação de reservatórios	21
3.11	Processos de Tratamento	25
3.12	Processos de Tratamento Alternativo	27
4	ÁREA DE ESTUDO	30
5	MATERIAL E METODOS.....	31
5.1	Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar.....	31
5.1.1	Análise documental	31
5.1.2	Levantamento de Campo	31
5.1.3	Pesquisa de opinião	32
5.2	Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água.....	32
5.3	Etapa 3: Avaliação da Oferta de Água	32
5.4	Etapa 4: Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	33
6	RESULTADOS.....	34
6.1	Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar.....	34
6.1.1	Medição Individualizada	35
6.1.2	Projeto-tipo do apartamento	36
6.1.3	Equipamentos hidráulicos.....	37
6.1.4	Dados de Consumo	38
6.1.5	Estrutura Tarifária	38
1.1.1	Pesquisa de opinião	38
6.2	Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água.....	47
6.2.1	Demanda de água potável.....	47
6.2.2	Distribuição do consumo de água nos apartamentos em relação ao volume consumido.	48
6.2.3	Perdas físicas	50
6.3	Etapa 3: Avaliação da Oferta de água.....	50
6.3.1	Lavagem de Pisos	50
6.3.2	Irrigação do Jardim	50
6.4	Etapa 4: Análise de viabilidade técnica e econômica.....	51

6.5	Dimensionamento do reservatório	55
6.6	Tempo de retorno do sistema de aproveitamento de água cinza de lavanderia.	56
6.7	Demonstrativo do Tempo de retorno.....	56
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
8	BIBLIOGRAFIA	61

1 INTRODUÇÃO

O uso racional da água é necessário, tanto na gestão das grandes bacias hidrográficas quanto na gestão dos pequenos sistemas de abastecimento de água.

O crescimento urbano em suas zonas de expansão exige infraestrutura mínima dos serviços nos quatro eixos do saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos), no entanto, a lentidão na implantação dos sistemas de saneamento está deteriorando os cursos d'água mais próximos das cidades, esse fato poderá levar a escassez dos recursos hídricos e aumento dos custos de tratamento.

Baseado nesta premissa torna-se necessário que a sociedade e o poder público incentivem ações que visem o uso racional da água. Com este trabalho foi possível fazer considerações ao tema, exemplificando e motivando a adoção da prática de racionalização do uso da água e incentivar uma política com geração de benefícios a sociedade.

Por meio da proposta de implantação de um PCA (Programa de Conservação de Água) contemplando ações de reúso de águas cinza, pretende-se motivar a implantação de projetos de reúso e uso eficiente no ponto de vista econômico.

Regiões que utilizam de forma eficiente os recursos hídricos têm condições de proporcionar melhor qualidade de vida a sociedade. Considerando que o uso racional da água além de gerar menor custo para o usuário, reduz a geração de efluentes e danos ambientais.

As edificações verticais possuem características ímpares ainda pouco exploradas que possibilitam o uso eficiente deste recurso. A grande oferta e demanda de água, extensas áreas para captação da água pluvial são componentes que favorecem a implantação de um sistema de reúso. Por isso torna-se necessário um estudo de viabilidade técnica nestas edificações.

“O consumo de água residencial inclui tanto o uso interno quanto o uso externo às residências. As atividades de limpeza e higiene são as principais responsáveis pelo uso interno, enquanto o externo deve-se à irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de veículos e piscinas, entre outros. Estudos realizados no Brasil e no exterior mostram que dentro de uma residência o maior consumo de água

concentra-se na descarga dos vasos sanitários, na lavagem de roupas e nos banhos. Em média, 40% do total de água consumida em uma residência são destinados aos usos não potáveis. “(GONÇALVES, 2009)¹

A curiosidade e a busca por soluções sustentáveis têm alimentado as pesquisas na região Mato-grossense, em 2010 houve a realização de Centro de Referência de Reúso da Água conhecido por CRRRA que realizou diversos estudos na lagoa do CPA e gerou diversos trabalhos como a Dissertação de [SILVA \(2010\)](#)² e DE PAES (2008)³.

Conservar água é exercitar o uso racional deste recurso, é analisar de forma sistêmica a demanda e a oferta de água. Aumentar a eficiência do uso representa, diretamente, economia e extensão do uso na rede de abastecimento, flexibilizando os suprimentos existentes para outros fins, seja na urbanização, industrialização ou mesmo a preservação e conservação dos recursos hídricos.

A técnica do reúso da água carrega em sua essência este novo paradigma melhor custo-benefício-ambiental. Em suas várias formas revela ser uma técnica segura e confiável, atraindo investimentos que tendem a ser cada vez menores e que, por isso mesmo, incentivam uma prática cada vez mais acessível.

A tradicional ótica da expansão da oferta, como única solução àqueles problemas, tais como abastecimento de água e esgotamento sanitário, tem mostrado falha no atendimento das premissas do desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta pesquisa avaliou como alternativa, o reúso de água cinza de lavanderia para uso em limpeza de pátio e irrigação das áreas verde em uma edificação vertical em Cuiabá – MT.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a demanda e a oferta de água em função dos usuários e atividades consumidoras com verificação da viabilidade técnico-econômica de implantação e operação do sistema em um condomínio vertical localizado em Cuiabá.

2.2 Objetivos Específicos

- ➔ Caracterizar a estrutura da edificação e a população residente.
- ➔ Coletar dados de consumo de água
- ➔ Traçar o perfil de consumo de água;
- ➔ Determinar a demanda e disponibilidade de água de reúso com base nas informações preliminares;
- ➔ Verificar os custos de implantação e de manutenção desse sistema;
- ➔ Escolher a melhor intervenção que promova:
 - Reduzir a quantidade de água extraída do manancial;
 - Reduzir custos com abastecimento de água potável;
 - Reduzir o desperdício de água;
 - Reduzir o consumo e as perdas de água;
 - Aumentar a eficiência do uso da água;
 - Reciclar e reutilizar a água;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O abastecimento de água para o consumo humano foi sempre preocupação de todos os povos em todas as épocas. As civilizações, desde a mais remota antiguidade, sempre se desenvolveram próximas de cursos d'água é fato conhecido que, sem água, não pode existir vida humana, pois 70% do peso do corpo humano é água, exigindo constante renovação através da ingestão oral.

Por ser vital a todos os seres vivos a água é essencial para o consumo humano e desenvolvimento de atividades industriais e agropecuárias, caracterizando-se, dessa forma, como bem de importância global, responsável por aspectos ambientais, financeiros, econômicos, sociais e de mercado.

3.1 A água no mundo.

O ciclo hidrológico, mantido pela energia solar e pela atração gravitica. De acordo com Rebouças (1999), a superfície terrestre, ao receber a precipitação, interage com o solo através da infiltração, do escoamento superficial e da percolação. Esses contribuem para as recargas hídricas, tanto em forma de alimentação dos fluxos de água subterrânea como em descargas nos reservatórios superficiais, além da umidade dos solos e da atmosfera. Considera-se, que a quantidade total de água na Terra seja de 1.386 milhões de km³, em que 97,5% do volume total formam os oceanos e mares, e somente 2,5% constituem-se de água doce.

Verifica-se, portanto, que embora a Terra tenha sua área predominantemente ocupada por água, a maior parcela desse volume é de água salgada sendo imprópria para consumo. A grande dificuldade para o aproveitamento da água é sua distribuição geográfica, uma vez que a quantidade relativa à água doce, em sua maior proporção, se encontra nas calotas polares e geleiras, conforme demonstrado na Figura 1.



Figura 1 Distribuição das águas na Terra num dado instante. Fonte Rebouças,1999³

Esses episódios vêm chamando a atenção dos especialistas e estudiosos para a “crise da água”, principalmente porque estatisticamente é possível que esse volume se esgote em 30 ou 40 anos, considerando o seu uso por uma população mundial de 5 a 6 bilhões de habitantes. Nota-se que a disponibilidade de água no mundo tem diminuído, conforme demonstram os dados da Tabela 1.

Tabela 1 Disponibilidade de água por habitante/região (1.000 m³)

Região	1950	1960	1970	1980	2000
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América Latina	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Total	178,3	140,2	110,6	89	58,3

Fonte: Universidade das Águas-Águas no Planeta, 2001.

3.2 No Brasil

Em maio de 2007, a população mundial urbana ultrapassou a população rural (ONU,2007)⁴. A população urbana brasileira já havia ultrapassado a rural em 1960. Embora esta divisão entre o urbano e o rural não seja bem definida, dados do governo brasileiro indicaram que em 1996 cerca de 80% da população brasileira residia nas áreas urbanas e apenas 21,7% vivia no meio rural (IBGE, 1998)⁵.

Ressalta-se que este processo de concentração da população urbana tem levado à diminuição dos índices de disponibilidade específica de água (m³ por ano por habitante) de áreas metropolitanas, o que é motivo de preocupação de governos e sociedade.

As construções habitacionais são responsáveis pela demanda o consumo humano de água é cerca de 20% de todas as atividades (OLIVEIRA, 1999)⁶, sendo menor apenas do que a demanda do setor de irrigação. Conforme apresentado na Figura 2o consumo de água do setor residencial nas regiões metropolitanas do Brasil corresponde a 84,4% da demanda total de água destas áreas.

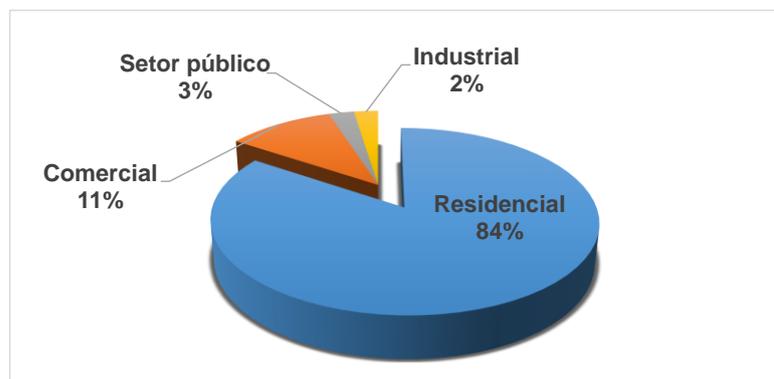


Figura 2 Consumo de água por setor nas regiões metropolitanas do Brasil (OLIVEIRA,1999).

O território brasileiro é considerado o quinto no mundo em extensão territorial, possui uma área de 8.547.403 km², ocupando 20,8% do território das Américas e 47,7% da América do Sul (IBGE, 1996)⁷.

De acordo com (IBGE, 1996) a região coberta por água doce no interior do Brasil ocupa 55.457km², o que equivale a 1,66% da superfície do planeta. O clima úmido do país propicia uma rede hidrográfica numerosa formada por rios de grande volume de água, todos desaguando no mar.

Com exceção das nascentes do rio Amazonas e alguns outros poucos rios, que recebem fluxos provenientes do derretimento das neves e de geleiras, a maior parcela da origem da água dos rios brasileiros encontra-se nas chuvas. A maioria dos rios é perene, ou seja, não se extingue no período de seca e algumas regiões do país como no sertão nordestino, região semiárida, existem rios temporários.

Apesar da abundância de recursos hídricos, se avaliarem o país de maneira mais detalhada, há um grande problema de má distribuição dos recursos, somado à grande concentração de pessoas nos centros urbanos, o que termina gerando zonas de estresse hídrico, além dos problemas de contaminação das fontes de água.

É interessante lembrar que a visão do Brasil como um país de abundância de recursos hídricos gerou efeitos danosos como o uso inadequado do insumo,

desperdício, a falta de compreensão por toda a sociedade de que a água é um bem de valor econômico e que deve ser preservada, bem como a falta de estabelecimento de políticas de gestão de demanda e oferta de água. Nos últimos 10 anos esta visão começou a ser revista e ações de uso racional e gestão de ofertas começaram a serem discutidas pela sociedade.

A Política Nacional de Recursos Hídricos⁸ foi estabelecida pela LEI nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, tendo definido, em um de seus fundamentos, que a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

3.3 No Mato Grosso

O Estado de Mato Grosso possui 141 municípios e uma população de mais de 3 milhões de habitantes em 2013, conforme estimativa do IBGE. O Estado tem grande parte de seu território inserido na Região Hidrográfica Amazônica. As porções leste e sul do Estado encontram-se nas Regiões Hidrográficas do Tocantins-Araguaia e do Paraguai. Do total de municípios, 43% são abastecidos exclusivamente por águas superficiais, 41% por águas subterrâneas (o sistema aquífero Parecis é a principal fonte hídrica) e 16% pelos dois tipos de mananciais. (ANA, 2010)⁹

Mato Grosso é a única Unidade da Federação que não conta com uma companhia estadual responsável pelos serviços de água e esgoto. Atualmente, todas as sedes urbanas são responsáveis por seu próprio sistema de abastecimento, sendo significativa a presença de empresas privadas, que gerenciam 23% dos sistemas de água. Os demais são administrados por serviços autônomos ou diretamente pelas Prefeituras. (ANA, 2010)⁹

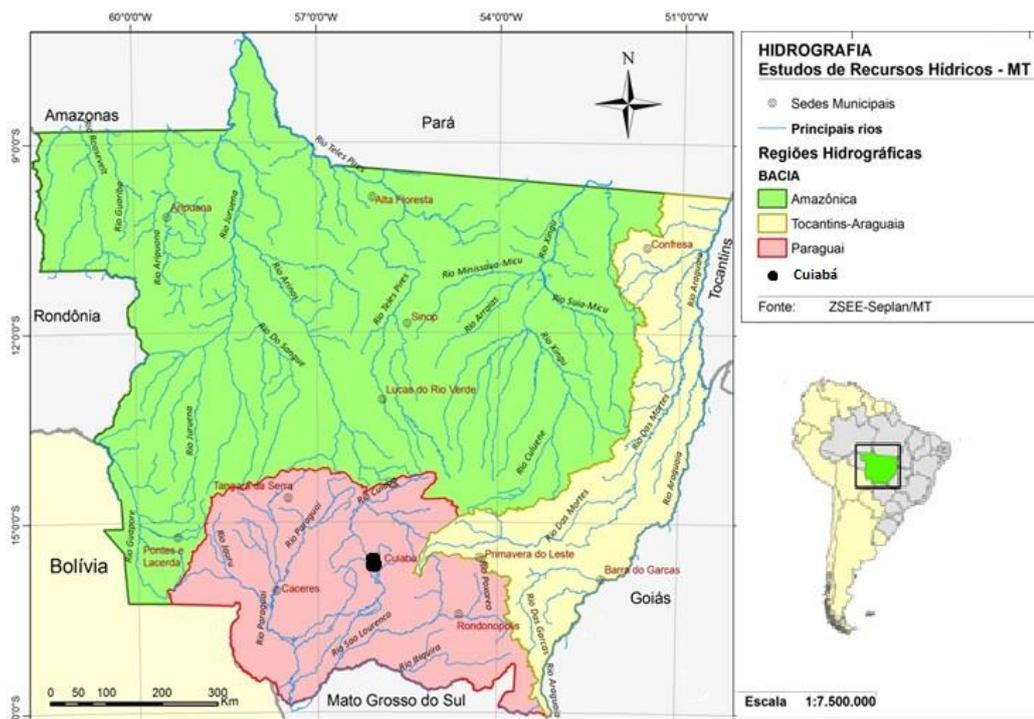


Figura 3 Hidrografia do Estado de Mato Grosso e suas principais bacias Hidrográficas Amazônia, Tocantins-Araguaia e Paraguai. Fonte: SEPLAN-MT.

3.4 Em Cuiabá

Cuiabá é uma região metropolitana conhecida como "Cidade Verde" por apresentar rica arborização, possui um entroncamento rodoviário-aéreo-fluvial considerado o centro geodésico da América do Sul, se limita com os municípios de Chapada dos Guimarães, Campo Verde, Santo Antônio de Leverger, Várzea Grande, Jangada e Acorizal.

Fundada em 1719, a cidade ficou praticamente estagnada desde o fim das jazidas de ouro até o início do século XX. Desde então, apresentou um crescimento populacional acima da média nacional, atingindo seu auge nas décadas de 1970 e 1980. (Prefeitura de Cuiabá, 2013)¹⁰

Nos últimos 15 anos, o crescimento diminuiu, acompanhando a queda que ocorreu na maior parte do país. Hoje, além das funções político-administrativas, é o polo industrial, comercial e de serviços do estado. O município é cercado por três grandes ecossistemas: a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal; está próximo da Chapada dos Guimarães e ainda é considerada a porta de entrada da floresta

amazônica. Nele também localiza as principais nascentes de três grandes bacias hidrográficas brasileiras: Platina, Amazônica e Araguaia.

O sistema de abastecimento urbano da cidade é contemplado por 8 subsistemas (Figura 4) para atender uma população de 551.350 habitantes segundo o resultado do Censo do IBGE de 2010. O acréscimo da demanda de água prevista para o ano de 2015 é 1.713 L/s que será atendida pela ETA Tijucal III situada às margens do Rio Coxipó.

Mananciais	Sistema	Participação no abastecimento do município	Vazão (L/S)
Rio Cuiabá Q95% = 67543,3 L/s	Lipa (ETA I e II)	70%	1394
	Coophema	2%	100
	Ribeirão do Lipa	2%	200
	Porto	2%	220
	Parque Cuiabá	1%	50
Rio Coxipó Q95% = 1935,65 L/s	Tijucal I	2%	200
	Tijucal II	5%	300
Poços de Cuiabá	Bateria de Poços	15%	222,22
TOTAL	8 Sistemas	100%	2686,22

Figura 4 Dados do Sistema de Abastecimento Urbano de Cuiabá. ATLAS BRASIL (ANA, 2010).

3.5 Urbanização vertical

A elevada concentração populacional levou a construção de condomínios verticais na busca pelo melhor aproveitamento dos espaços urbanos. Na Tabela 2 é apresentado o demonstrativo do Imposto Predial e Territorial Urbano do município de Cuiabá dos anos de 2001 a 2007 que demonstra uma significativa verticalização da cidade nos últimos anos, uma tendência devido ao custo elevado do metro quadrado em áreas centrais por serem bem localizadas.

Tabela 2 Demonstrativo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), segundo o Tipo do imóvel.

Tipo de Imóvel	Uso do Imóvel	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Horizontal	Residencial	84.695	85.095	88.065	84.285	84.487	85.357	87.270
	Comercial	9.998	10.107	9.240	12.864	12.861	12.441	12.624
	Total Horizontal	94.693	95.202	97.305	97.149	97.348	97.798	99.894
Vertical	Residencial	18.649	19.781	22.447	22.602	22.564	22.932	23.821
	Comercial	3.566	3.868	4.151	3.660	3.667	3.865	4.674
	Total Vertical	22.215	23.649	26.598	26.262	26.231	26.797	28.495
Total predial		116.908	118.851	123.903	123.411	123.579	124.595	128.389
Total territorial		52.995	53.621	56.750	59.057	58.673	59.527	62.730
Total de imóveis cadastrados		169.903	172.472	180.653	182.468	182.252	184.122	191.119
Isentos/Imunes		N.I.	N.I.	11.701	15.822	N.I.	12.848	13.364

Fonte: IPDU, Secretaria Municipal de finanças de Cuiabá.

Esse foi o último levantamento realizado pela prefeitura em seu Perfil Socioeconômico¹¹ que já se encontra desatualizado, entretanto é notável a continuidade do crescimento vertical da cidade, principalmente depois das políticas de habitação aplicadas a partir de 2009 na qual gerou um “boom imobiliário” em todo país com o programa “Minha Casa, Minha Vida”, que alavancou o setor da construção civil. Infelizmente este processo se deu de forma abrupta, para combater os reflexos da crise internacional, e o déficit habitacional existente. Assim o Brasil de certa forma perdeu a oportunidade de implantar projetos habitacionais inovadores e mais sustentáveis com a aplicação de novas tecnologias, pois o mercado em geral não estava preparado.

3.6 Programa de Conservação da água (PCA)

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constitui em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição. (FIESP, 2010)¹².

Para a implantação de um programa de conservação de água, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos.

Um PCA implantado de forma sistêmica, implica em aperfeiçoar o consumo de água com a conseqüente redução do volume dos efluentes gerados, a partir da otimização do uso (gestão da demanda) e da utilização de água com diferentes níveis de qualidade para atendimento das necessidades existentes (gestão da oferta), resguardando-se a saúde pública e os demais usos envolvidos, gerenciados por um sistema de gestão da água adequado. Cabe destacar que a integração das ações na demanda e oferta de água, com a implantação de um sistema de gestão consolida um PCA. Os grandes motivadores para a implantação de um PCA são:

- economia gerada pela redução do consumo de água;
- economia criada pela redução dos efluentes gerados;
- conseqüente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- aumento da disponibilidade de água (proporcionando, no caso das indústrias, por exemplo, aumento de produção sem incremento de custos de captação e tratamento);
- agregação de valor ao “produto”;
- redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- melhoria da visão da organização na sociedade – responsabilidade social.

3.7 Equipamentos Economizadores de Água

Para a utilização de materiais e componentes, é importante avaliar sua qualidade e resistência, bem como a adequação e desempenho apropriado às solicitações estabelecidas pelo sistema. A aquisição de materiais deve levar em consideração os fabricantes que produzam em conformidade com as normas técnicas brasileiras, e sua utilização deve seguir as recomendações que acompanham cada produto. Em 1991, foi criado pelo Governo Federal o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat), que tem por finalidade elevar o patamar de qualidade e produtividade da construção civil, por meio da criação e implantação de mecanismos de modernização tecnológica e gerencial. Em articulação com o setor privado e entidades representativas do setor, o PBQP-Habitat estimula os fabricantes de materiais e componentes a elaborar programas setoriais de qualidade (PSQ).

Conforme a **NBR15575/2013**, a economia de água nas edificações pode ocorrer sem prejuízo do conforto pelo uso de equipamentos hidráulicos desenvolvidos especialmente para proporcionar um uso mais eficiente da água. Muitas empresas desenvolvem produtos voltados para a redução do consumo e manutenção do conforto do uso. O exemplo do fabricante Docol que lançou uma linha de produtos chamados *LEED*, equipados com arejadores ou restritores de vazão de alta eficiência em economia de água, de acordo com as normas estabelecidas pelo

Green Building Council Brasil, responsável pela emissão do certificado para construções sustentáveis.

3.7.1 Arejador

O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. De forma geral, podem ser caracterizados por apresentar sucção ou não de ar quando da passagem de fluxo de água. O arejador atua de duas formas, pelo controle da dispersão do jato e pela redução da vazão de escoamento pela bica da torneira, reduzindo assim o consumo de água.

Os arejadores são indicados para todas as torneiras, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. Em cozinhas; recomenda-se a instalação de arejador tipo “chuveirinho”, que facilitam ainda mais a realização das atividades nessa área. Existem no mercado componente com função dupla: arejador e “chuveirinho”. Geralmente, nestes componentes, a modificação da função é feita através do giro na peça, permitindo assim um jato concêntrico ou difundido, como em um chuveiro.



Figura 5 Arejadores para torneira. Fonte: www.deca.com.br.

3.7.2 Torneiras Hidromecânicas

O controle da vazão é obtido pela incorporação, no equipamento, de um redutor de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão. O tempo de acionamento do fluxo de água também determina o uso racional neste tipo de equipamento. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar um desconforto. Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, indústrias, shopping

centers, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros.



Figura 6 Torneira mecânica. Fonte: www.docol.com.br.

3.7.3 Bacia Sanitária

Em 1997, com a finalidade de reduzir o consumo d'água nas instalações sanitárias, o Ministério do Interior através do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) estabeleceu em norma os novos limites máximos de utilização de água para a limpeza de bacias sanitárias.

Segundo essa determinação governamental, até 1999 as bacias sanitárias utilizadas no Brasil poderiam consumir até 12 litros de água de descarga por ciclo. A partir de 2002 o teto baixou para 6 litros por ciclo, nível este já que já era adotado pelos países da Comunidade Europeia e da América do Norte.

Esta norma levou o esforço dos fabricantes de metais e louças sanitárias a desenvolver modelos que, quando combinados e instalados adequadamente, permitem o uso de 6 litros por descarga

Atualmente há dois tipos de bacias sanitárias empregadas em condomínios, são as bacias sanitárias do tipo válvula de descarga e as bacias sanitária do tipo caixa acoplada. A Figura 7 mostra uma válvula de descarga para volumes de 6L (sólidos) e 3L (líquidos).



Figura 7 Válvula de descarga de acionamento duplo. Fonte: www.docol.com.br

A *Niagara Conservation* fabricante da bacia sanitária [Stealth .8 GPF Toilet](#) explica que ela realiza a descarga de sólidos com 3L devido ao design e o fornecimento de energia cinética no sifão no momento da descarga possibilitando o movimento perfeito.

Redutor de pressão no chuveiro

Controla a quantidade de água que sai na ducha. Um chuveiro comum gasta cerca de 20 litros por minuto e com este regulador o fabricante diz ajustar para 12 litros.



Figura 8 Redutor de pressão no chuveiro. Fonte: www.docol.com.br

3.8 Aproveitamento de Água de Chuva.

A NBR 15527/2007¹³ se refere a água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. A qual se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

3.8.1 Considerações a respeito da água pluvial

Conforme a NBR 15527/2007¹⁴, o reaproveitamento da água de chuva torna-se complicado devido a sua intensidade, duração e frequências. Nem todo volume precipitado deve ser coletado, uma vez que seriam necessários reservatórios excessivamente grandes. Enquanto que reservatórios demasiadamente grandes possuem um custo elevado e podem permanecer a maior parte do tempo quase vazios. É importante assim dimensionar reservatórios que atendam da melhor forma cada situação apresentando melhor custo-benefício.

3.8.2 Das Variáveis envolvidas

O dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial em edificações é influenciado pela precipitação pluviométrica local, área de captação, número de moradores, demanda de água potável e pluvial (GHISI, 2006B)¹⁵. Além dessas variáveis, deve ser considerado um coeficiente que expresse as perdas no

volume captado de água pluvial e no descarte de filtros e equipamentos instalados no sistema de aproveitamento.

Schiller e Latham (1982a) apud Coelho Filho (2005)¹⁶ sugerem a utilização de séries de precipitação de pelo menos 10 anos para estabelecer o potencial de suprimento de água pluvial em determinadas regiões. No entanto, para condições específicas é possível utilizar séries curtas de dados pluviométricos em estudos de aproveitamento de água pluvial.

O dimensionamento do reservatório de armazenamento, essencial para a viabilidade dos projetos, é pouco abordado; e na maior parte dos sistemas, o monitoramento e a avaliação após a implantação é precária ou inexistente (PALMIER, 2003)¹⁷.

3.8.3 Sistema de aproveitamento de água de chuva

O sistema de aproveitamento de água de chuva consiste basicamente em utilizar uma área de captação como telhados, pátios e/ou ruas pavimentadas, onde a água precipitada neste local é conduzida através de dutos ou canais até um reservatório de água, porém, dependendo da aplicação que será dada à água da chuva, implica em implantação de sistemas de tratamento que vão de uma simples filtragem de materiais grosseiros, até a remoção de poluentes e microrganismos. Basicamente um sistema de aproveitamento de água de chuva é composto pelos seguintes itens:

Área de captação: pode ser a cobertura de uma residência, edifícios públicos, comerciais e residenciais, galpões, indústrias, shoppings, estádios de futebol, além de pátios, calçadas e qualquer área pavimentada.

Dutos: consiste basicamente na canalização da água precipitada na área de captação até o reservatório e pode ser em tubos de PVC, ferro, concreto, bem como canais de concreto, pedras, artificiais ou naturais. É dimensionado de acordo com a vazão de projeto, influenciada pela intensidade pluviométrica local (volume de chuva em um determinado tempo) e a área de captação.

Filtro de materiais grosseiros: tem a função de remover folhas e galhos e demais materiais grosseiros que possam ser carregados pela água até o reservatório. Preferencialmente deve ser colocado antes do sistema de descarte. Podem ser em telas, grelhas instaladas nas calhas do telhado, filtro de pedra.

Sistema de descarte: consiste basicamente de um aparato capaz de separar os primeiros milímetros de precipitação (de acordo com o estipulado no projeto), do restante da precipitação. Tem a função de coletar a água dos primeiros instantes da chuva, que carrega todo material particulado disperso na atmosfera (em especial no final do período de estiagem), denominado de lavagem da atmosfera, além de lavar a área de captação, carregando inclusive fezes de pássaros e outros animais que aumentam o grau de impureza na água de chuva. Ainda assim, este volume armazenado pode ter aplicação para uso menos nobres. O sistema de descarte é dimensionado em função do volume inicial que se deseja descartar e da área de captação.

Reservatório de armazenamento: é o responsável em armazenar a água de chuva. Seu dimensionamento é em função de diversos fatores, tais como: média de precipitação local, área de captação, demanda a ser atendida, aplicação da água e disponibilidade de recursos financeiros. Os reservatórios podem ser de pequeno porte como os de PVC, fibra de vidro, amianto, como também pode ser de grande porte, em concreto armado, pré-moldado, metálico ou ainda piscinões naturais ou artificiais também conhecidos como “reservatórios de retenção”.

Sistema de recalque: como a captação da água propriamente dita é da chuva, um sistema de aproveitamento conta com o apoio da força da gravidade, sendo assim a água captada pela cobertura será conduzida até um reservatório que deverá estar situado em um ponto mais baixo, geralmente enterrado. Porém, para ser utilizada, a água necessita ser bombeada até um reservatório superior. Para isso, faz-se necessário a utilização de bombas d'água que são dimensionadas em função da vazão e da altura manométrica que corresponde a soma da altura geométrica a ser vencida e as perdas de cargas dentro da tubulação.

Filtro de materiais finos: necessário para remover o material particulado carregado pela chuva advindo da atmosfera e lavagem da área de captação. A presença de materiais finos na água, além de conferir aspectos de cor e tornar a água mais turbida, pode dificultar o sistema de desinfecção, criando alojamentos para microrganismos se desenvolverem.

Sistema de desinfecção: mesmo para uso não potáveis, é apropriado que se faça a desinfecção da água, caso o manuseio desta dependa de contato direto com o

homem. Como já comentado a chuva carrega material particulado em suspensão na atmosfera e da área de captação. Junto destes vem os microrganismos que podem ser patogênicos ou não, fazendo-se necessária a desinfecção da água para o seu armazenamento e posterior utilização. Como opções de tratamento, existem medidas simples como de adição de cloro em solução ou mesmo em pastilhas na água manualmente, ou ainda como o recurso de bombas dosadoras que injetam produtos químicos desinfetantes na água proporcionalmente a vazão. Aconselha-se que o sistema de desinfecção seja instalado após o sistema de filtração, pois assim evita o consumo excessivo do agente desinfetante com a matéria orgânica presente na água bruta, além de reduzir a possibilidade de formação de compostos halogenados (substância carcinogênica).

Casa de máquinas: sua função é a de abrigar todos os equipamentos anteriores de forma a protegê-los das intempéries e do acesso de pessoas não autorizadas e deve ter espaço suficiente para garantir a trabalhabilidade do responsável pela manutenção dos equipamentos.

3.9 Reúso de Água

3.9.1 Tipos de reúso

Hespanhol (2003) ¹⁸ fez algumas observações acerca do assunto, ou seja, “As possibilidades e formas potenciais de reúso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais.”. Segundo a avaliação do autor fatores relacionados ao processo de reúso como os custos de implantação, de manutenção, de operação, a exigência de tratamento, a qualidade da água e também parâmetros de segurança que venham a ser adotados, dependerão e estão intimamente ligados ao destino que se dará a água reutilizada. Como sugestões de reutilização de efluentes é apresentada na Figura 9.

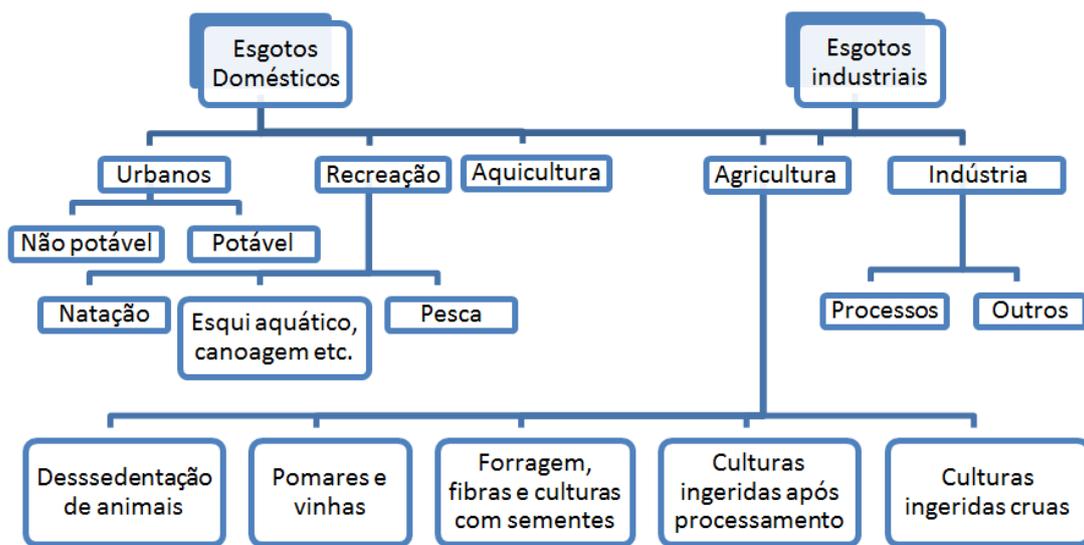


Figura 9 Tipos de reúso. Fonte: HESPANHOL (1999).

3.9.2 Caracterização

Segundo Mancuso e Santos, (2003) ¹⁹ apud Lavrador Filho (1987), a reutilização de água é um processo pelo qual a água tratada ou não tratada, é reutilizada para o mesmo fim ou para outros fins. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não.

-Reúso indireto não planejado da água: ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Escoando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

- Reúso indireto planejado da água: ocorre quando os efluentes depois de tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reúso indireto planejado da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam aos requisitos de qualidade do reúso objetivado.

- Reúso direto planejado das águas: ocorre quando os efluentes após tratados são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reúso, não

sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se ao uso em indústria ou irrigação.

- *Reciclagem de água*: é o reúso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. Este é um caso particular do reúso direto planejado.

3.9.3 Reúso de Água Cinza

Reúso de água cinza significa, por exemplo, em uma residência, fazer com que água servida de lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar louça e roupa e da cozinha seja direcionada para sofrer um tratamento adequado e uma redistribuição para descargas, rega de jardins, lavagem de piso e tantas outras atividades que podem ser feitas sem necessitar de água potável (FIORI *et al.*, 2004)²⁰.

3.10 Reservatórios

Por reservatórios, do ponto de vista estrutural, serão denominadas todas as estruturas que tenham a função de armazenar líquidos. Em face de sua predominância, serão tratados aqui apenas os “Reservatórios para Armazenagem de Água”.

Os primeiros reservatórios de que se tem notícia, segundo KIRBY *et al.*(1956)²¹, foram às cisternas construídas em rochas sãs, datadas de século 25 a.c., por uma civilização que posteriormente tornou-se a comunidade Grega. Esses construtores projetaram um sistema de captação de água de chuva que era mantida limpa, armazenada em cisternas, e utilizada em salas de banho.

Há tempos são utilizadas diversas formas de armazenamento da água. Existem variedades de tipos de reservatórios, os quais utilizam diferentes concepções, formas, sistemas construtivos entre outros.

3.10.1 Definição e Finalidades

Os reservatórios são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, situados em pontos estratégicos do sistema de modo a atenderem as seguintes situações:

- Garantia da quantidade de água (demandas de equilíbrio, de emergência e de ante incêndio);
- Garantia de adução com vazão e altura manométrica constantes;
- Menores diâmetros no sistema;
- Melhores condições de pressão.

3.10.2 Classificação

Os reservatórios podem ser classificados de acordo com a localização no terreno (Figura 10):

- Enterrado (quando completamente embutido no terreno);
- Semi enterrado ou semi apoiado (altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno);
- Apoiado (laje de fundo apoiada no terreno);
- Elevado (reservatório apoiado em estruturas de elevação); e
- *Stand pipe* (reservatório elevado com a estrutura de elevação embutida de modo a manter contínuo o perímetro da secção transversal da edificação).

Os tipos mais comuns são os semi-enterrados e os elevados. Os elevados são projetados para quando há necessidade de garantia de uma pressão mínima na rede e as cotas do terreno disponíveis não oferecem condições para que o mesmo seja apoiado ou semi-enterrando, isto é, necessita-se de uma cota piezométrica de montante superior à cota de apoio do reservatório no terreno local.

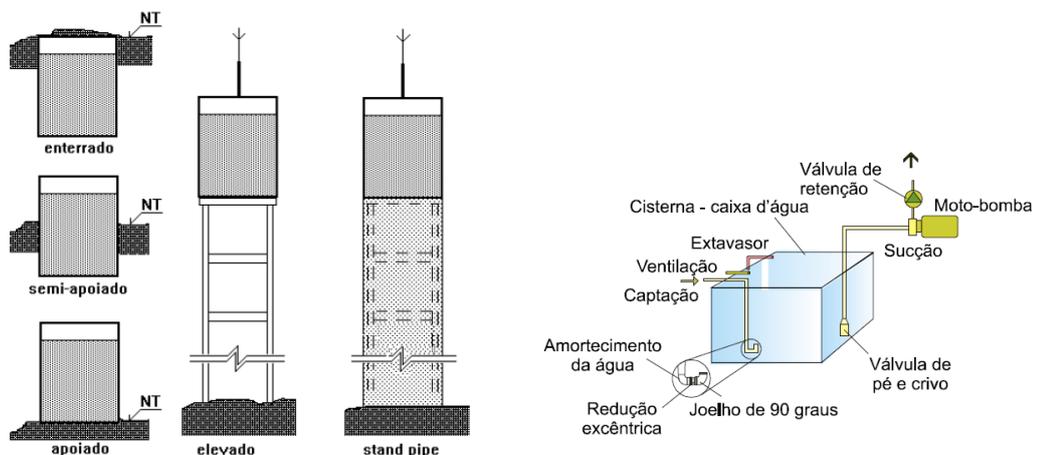


Figura 10 Reservatórios em relação ao terreno e esquema de um reservatório típico.

3.10.3 Considerações para o dimensionamento do reservatório

O dimensionamento da capacidade do reservatório para armazenamento de água pluvial é um dos pontos críticos na implantação do sistema, pois:

(a) geralmente, é um dos itens mais caros na implantação do sistema, impactando significativamente o tempo de retorno do investimento; e

(b) é o principal fator a influenciar na confiabilidade do sistema, ou seja, desempenha um papel importante em evitar ocorrências em que a quantidade de água no reservatório seja insuficiente para atender à demanda.

Portanto, o correto dimensionamento do reservatório é importante para evitar gastos desnecessários quando o reservatório é superdimensionado; ou baixa eficiência, quando o reservatório é subdimensionado. Segundo Ghisi (2010), o dimensionamento do reservatório de água pluvial para residências deve ser específico para cada situação, e não baseado na tradição local.

Conforme Mierzwa et al. (2007)²², apresentaram opções para diferentes demandas e volumes de reservatórios, relacionando-os com os custos de implantação. O estudo resultou em um novo critério para o dimensionamento de reservatórios para armazenagem de água pluvial para aproveitamento em empreendimentos urbanos e sua utilização, uma vez que pelos métodos tradicionais o conceito básico é o de regularização de vazão, resultando em reservatórios de grandes dimensões.

3.10.4 Tipos de materiais empregados na fabricação de reservatórios

Os reservatórios podem também diferenciar em relação aos materiais, com os quais são fabricados, a saber:

- a) Concreto Armado;
- b) Polietileno;
- c) Fibra de Vidro;
- d) Estrutura metálica;
- e) Fibrocimento;
- f) Alumínio.

Neste trabalho serão abordados apenas os dois primeiros tipos:

3.10.4.1 Concreto Armado

O material de construção concreto é composto por uma mistura íntima de água, cimentos e agregado graúdo (pedra) e agregado miúdo (areia), podendo conter aditivos e adições. O principal objetivo de se utilizar os agregados nessa mistura é diminuir o valor do produto final, pela redução da quantidade de cimento, já que este é um material relativamente caro. A utilização do concreto sozinho como elemento estrutural não é adequado, pois esse possui uma baixa resistência a tração quando comparada com a sua resistência à compressão, geralmente apresentando resistência à tração inferior a 10% de sua resistência à compressão. Conseqüentemente, a associação do concreto com o material aço, que deve ser aplicado na região tracionada da peça, se torna imprescindível, para que ela consiga resistir aos esforços solicitantes.

Vantagens do concreto armado

- a) Apresenta boa resistência a maioria das solicitações;
- b) É moldado no estado fresco e possui boa trabalhabilidade, e por isso adapta-se às variadas formas, podendo, assim, ser escolhida a mais conveniente do ponto de vista estrutural, dando maior liberdade ao projetista.
- c) Suas técnicas de execução são razoavelmente dominadas em todo país.
- d) É um material durável, desde que seja bem executado, seguindo as recomendações dos Códigos Modelo – no Brasil, NBR 6118-2003.
- e) Apresenta durabilidade e resistência ao fogo superior comparadas com outros materiais empregados na construção civil como a madeira e o aço, para isso, deve-se garantir a espessura da camada de concreto que reveste a armadura (cobrimento).
- f) Possibilita a utilização da pré-moldagem, proporcionando maior rapidez e facilidade de execução.
- g) É resistente a choques e vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos e desgastes mecânicos.

Desvantagens do concreto armado

- a) Resulta em elementos com maiores dimensões que o aço, o que, com seu peso específico elevado, acarreta um peso próprio muito grande, limitando seu uso em determinadas situações ou elevando bastante seu custo.
- b) As reformas e adaptações são, muitas vezes, de difícil execução.
- c) É bom condutor de calor e som, exigindo, em casos específicos, associações com outros materiais, isolantes térmicos e acústicos, para sanar esses problemas.
- d) São necessários um sistema de formas e a utilização de escoramentos que precisam permanecer no local até que o concreto alcance resistência mecânica adequada.

“Basicamente, a grande desvantagem do concreto armado é seu peso próprio, da ordem de 2,5 t/m³ para o concreto normal, conseguindo-se chegar a valores compreendidos entre 1,2 e 2,0 t/m³ para o concreto leve estrutural. A utilização deste último no Brasil é atualmente pequena, dado o custo elevado do agregado especial utilizado, se comparado com aquele da brita comum, isto aliado ao fato de só trazer repercussões maiores de ordem econômica para estruturas especiais de grande vão ou para pré-fabricados (quanto mais leves, mais fácil e barata a montagem).” Fonte: disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Concreto/vant.html>.

- e) Outra desvantagem é a dificuldade para se realizar reformas ou demolições.
- f) A fissuração do concreto é inevitável, principalmente na região tracionada em peças de concreto armado, durante muito tempo apontado como inconveniente grave, na realidade não o é, pois atualmente sabe-se que o uso de armadura “fina” e convenientemente distribuída nas zonas tracionadas limita a abertura das fissuras a valores aceitáveis.

Impermeabilização

Reservatórios elevados e construídos em concreto armado normalmente requerem a aplicação de uma camada de impermeabilizante sobre a superfície que ficará em contato com a água. Geralmente deve-se aplicar sistemas de impermeabilização flexíveis, devido a movimentação que tais estruturas sofrem, seja em função de cargas ou oscilações térmicas. O processo de impermeabilização começa com a

escolha do sistema impermeabilizante, com característica flexível, existindo diversas opções como mantas asfálticas ou resinas termoplásticas. Destaca-se que ambos os sistemas não alteram a potabilidade da água.

Na aplicação dos citados sistemas impermeabilizantes, a superfície deve estar limpa, seca e regularizada, sem partes soltas, sem falhas de concretagem, quinas “vivas”, juntas de alvenaria, argamassas, óleos ou des-formantes. Caso seja necessária a regularização, a mesma deve ser executada com argamassa de cimento e areia, podendo se utilizar aditivos e adições. É importante ressaltar que os sistemas de impermeabilização flexível devem ser executados por profissionais qualificados.

Recomendações de projeto e execução para reservatórios de concreto armado

Todos os projetos estruturais e de impermeabilização dos reservatórios baseiam-se sempre em normas técnicas da ABNT. Um dos cuidados que se deve considerar durante a concretagem é o de garantir que a laje do fundo seja concretada com a mísula das paredes, evitando juntas de concretagem, para evitar uma superfície frágil com possibilidade de percolação de água no futuro.

É recomendável dar uma carga d'água de teste no reservatório, antes de colocá-lo em serviço, para se verificar a sua estanqueidade e o seu comportamento estrutural.

3.10.4.2 Polietileno

O polietileno é quimicamente inerte e é obtido pela polimerização do etileno, de onde se deriva seu nome, sendo um dos tipos de plástico mais barato e mais comum, possuindo uma alta produção mundial.

Segundo Reginald Gibson e Eric Fawcett, na Inglaterra, que trabalhavam para os Laboratórios ICI, em 1933, o polietileno passou a ser sintetizado tal como o conhecemos atualmente. Isto foi possível aplicando-se uma pressão de cerca de 1400 bar e uma temperatura de 170 °C, onde foi obtido o material de alta viscosidade e cor esbranquiçada que se conhece atualmente. O polietileno (ou polieteno, de acordo com a denominação oficial da IUPAC) é quimicamente o polímero mais simples e é representado pela cadeia: $(CH_2-CH_2)_n$.

A estrutura de cada polímero tem influência direta sobre a sua densidade e suas propriedades mecânicas. Ramificações longas, como as presentes no polietileno de

baixa densidade, por exemplo, aumentam a resistência ao impacto, diminuem a densidade e facilitam o processamento, enquanto que as ramificações curtas, presentes no polietileno linear de baixa densidade, aumentam a cristalinidade e a resistência à tração em relação ao polietileno de baixa densidade (obtido via radicais livres). Os reservatórios enterrados (Figura 11) de grandes capacidades são produzidos por polietileno de alta densidade, o que garante 100% de impermeabilidade e elevada resistência mecânica.



Figura 11 Reservatório enterrado de polietileno

3.11 Processos de Tratamento

Nas Tabela 3 e Tabela 4 são apresentados de forma sucinta os processos de tratamento mais apropriados para os sistemas de esgoto recuperado e reúso de água em edifícios. Ressalta-se que o campo de estudo científica que desenvolve as tecnologias para o tratamento de efluentes é muito amplo e que o tema deve ser abordado envolvendo especialistas nesse assunto.

Tabela 3: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado

Separação líquido/sólido		
Processo	Descrição	Aplicação
SEDIMENTAÇÃO	Sedimentação por gravidade de substancia particulada, flocos químicos e precipitação.	Remove partículas suspensas que são maiores que 30um. Tipicamente usado como tratamento primário e depois do processo biológico secundário.
FILTRAÇÃO	Remove partículas através da passagem de água por areia ou outro meio poroso.	Remoção de partículas suspensas que são maiores que 3um. Tipicamente usadas depois da sedimentação (tratamento convencional) ou seguido de coagulação/floculação.
Tratamento Aeróbio Biológico		
TRATAMENTO AERÓBIO BIOLÓGICO	Metabolismo biológico do esgoto através de microrganismos em uma bacia de aeração ou processo de biofilme.	Remoção de matéria orgânica suspensa e dissolvida do esgoto.
DESINFECÇÃO	Inativação de organismos patogênicos usando químicos oxidantes, raios ultravioleta, químicos corrosivos, calor ou processos de separação física (membrana).	Proteção da saúde pública através da remoção de organismos patogênicos.

Fonte: FIESP, 2005.²³

Tabela 4: Descrição dos tipos de tratamento para reúso de água e esgoto recuperado.

Tratamento Avançado		
Processo	Descrição	Aplicação
COAGULAÇÃO FLOCULAÇÃO QUÍMICA	Uso de sais de ferro ou alumínio polieletrólise e/ou ozônio para promover desestabilização das partículas coloides do esgoto recuperado e precipitação de fósforo.	Formação de fósforo precipitados e floculação de partículas para remoção através de sedimentação e filtração.
TRATAMENTO COM CAL	Precipita cátions e metais de solução	Usado para reduzir escala formando potencial de água, precipitação de fósforo e modificação de pH.
FILTRAÇÃO DE MEMBRANA	Microfiltração, nanofiltração e ultrafiltração	Remoção de partículas e microrganismo da água.
OSMOSE REVERSA	Sistema de membrana para separar íons de solução baseados no diferencial da pressão osmótica reversa.	Remoção de sais dissolvidos e minerais de solução; é também eficiente na remoção de partículas.

Fonte: FIESP, 2005.

3.12 Processos de Tratamento Alternativo

Em função da crescente necessidade por soluções ambientais a para atender o mercado da água surgiu a “REUSE Hidro Reciclagem”, uma empresa que nasceu da pesquisa voltada aos recursos hídricos, resultando em projetos inovadores de alta tecnologia para reúso e tratamento de água.

Através do Edital FAPEMAT 010/2011 - PAPPE/MT- Projeto de Apoio à Pesquisa em Micro Empresas e Empresas de Pequeno Porte do Estado de Mato Grosso, Programa Inova Mato Grosso, o qual deu o *START UP* à empresa, resultou na concepção de uma estação de tratamento de efluentes compacta capaz de tratar efluentes domésticos e industriais. Inicialmente o produto foi criado para atender o segmento industrial devido exigências dos órgãos ambientais. Em (SILVA, 2012)²⁴ descreve o sistema de tratamento montado para atender uma empresa de lavagem automotiva: “esse equipamento possui um circuito fechado, que consiste no processo físico, químico e biológico da água, esses conjuntos de processos estão

distribuídos em 12 etapas de tratamento, sendo 9 naturais, 1 química, 1 eletrônica e 1 ultravioleta. Possui um hidrômetro na saída e com consumo elétrico máximo de 550W". Na Tabela 5 SILVA compara o efluente bruto (amostra 01) com o efluente tratado (amostra 02) e comprova a eficiência do tratamento.

Tabela 5 Caracterização das análises físico-químicas e bacteriológicas de amostragens levantadas por SILVA onde demonstrou êxito no tratamento do efluente de acordo com a Resolução do CONAMA 430/11.

Parâmetros	Unidade	Amostra 01 P1	Amostra 02 P2	% DE REDUÇÃO	Res.Conama 430/11*
Temperatura do Ar	°C	25,0	25,0	N/E	< 40 °C
Temperatura da água	°C	24,5	25,0	0,5%	3Cº
pH	-	6,59	7,35	11,53%	5,9 a 9,0
Condutividade	µS/cm	1085	1014	6,54%	1000 mg.L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	µg O ² /L	207	44	78,74%	Remoção de 60% ≤ 120**
Demanda Química de Oxigênio	µg O ² /L	556	60	72,89%	60 mg.L -1
Cor Verdadeira	µg Pt/L	372,2	100,9	69,69%	60 mg.L -1
Turbidez	NTU	4020	14,1	99,65%	< 100,0
Ortofosfato	µg P/L	0,72	1,08	50%	0,05 mg. P L-1
Nitrogênio Nitrito	µg/LN	0,11	0,003	72,73%	1 mg.L
Nitrogênio Nitrato	µg/LN	6,40	2,70	57,81%	20,0µg/L N
Nitrogênio Amoniacal	µg /LN	0,70	<0,05	92,86%	20 mg.L-1 ≤20,0***
Sólidos Sedimentáveis	µL/ N	3,5	<0,1	97,14%	≤ 1µ L/ L
Fósforo Total	µg/ L	18,6	3,3	82,26%	0,10 mg/L P
Sólidos suspenso Total	µg/ L	314	<10	96,82%	500 mg/L
Óleo e Graxas	µg/ L	338	30	91,12%	20 mg/L
Coliformes Totais	NMP/100mL	2,41*10	N/E	N/E	1.000 coliformes
Escherichia Coli.	NMP/100mL	<1,00*10 ³	<1,00*10 ²	N/E	800 Esche.Col

A ETAR (Estação de Tratamento de Água de Reúso) é uma estação compacta nos mesmo moldes do projeto executado por (SILVA, 2012)²², entretanto o efluente desejável ao tratamento possui uma carga de poluentes menor, devido a sua

origem, que pode ser água cinza ou água de chuva. As Figura 12 e Figura 13 descrevem os componentes internos do sistema.

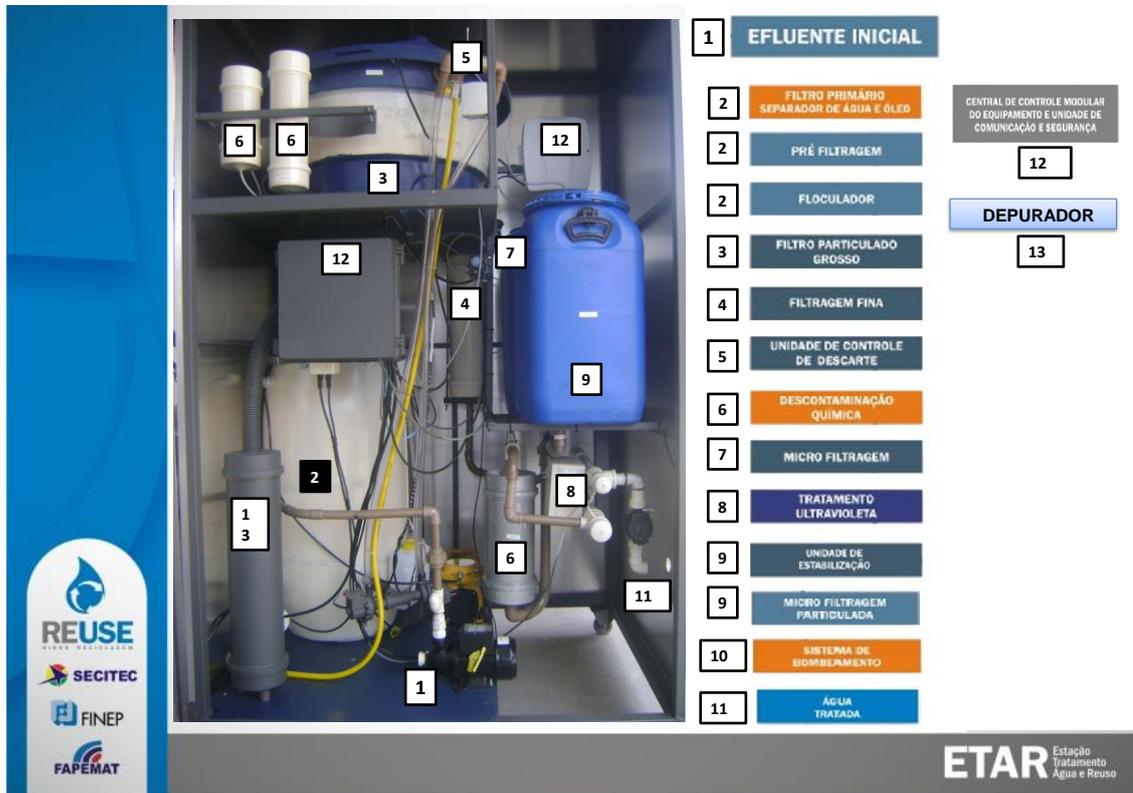


Figura 12 Sistema de Tratamento de Água de Reúso desenvolvido através de projeto financiado pela FAPEMAT e FINEP.



Figura 13 ETAR é um sistema de tratamento compacto, fechado em aço escovado, possui painel elétrico com sensores que emitem relatórios por meio de dados GPRS.

4 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no município de Cuiabá-MT (Figura 14), no condomínio Parque Residencial Pantanal, localizado na Av. Vereador Juliano da Costa Marques, nº645, CEP: 78050-253 é exclusivamente residencial e está locado próximo e ao shopping Pantanal.

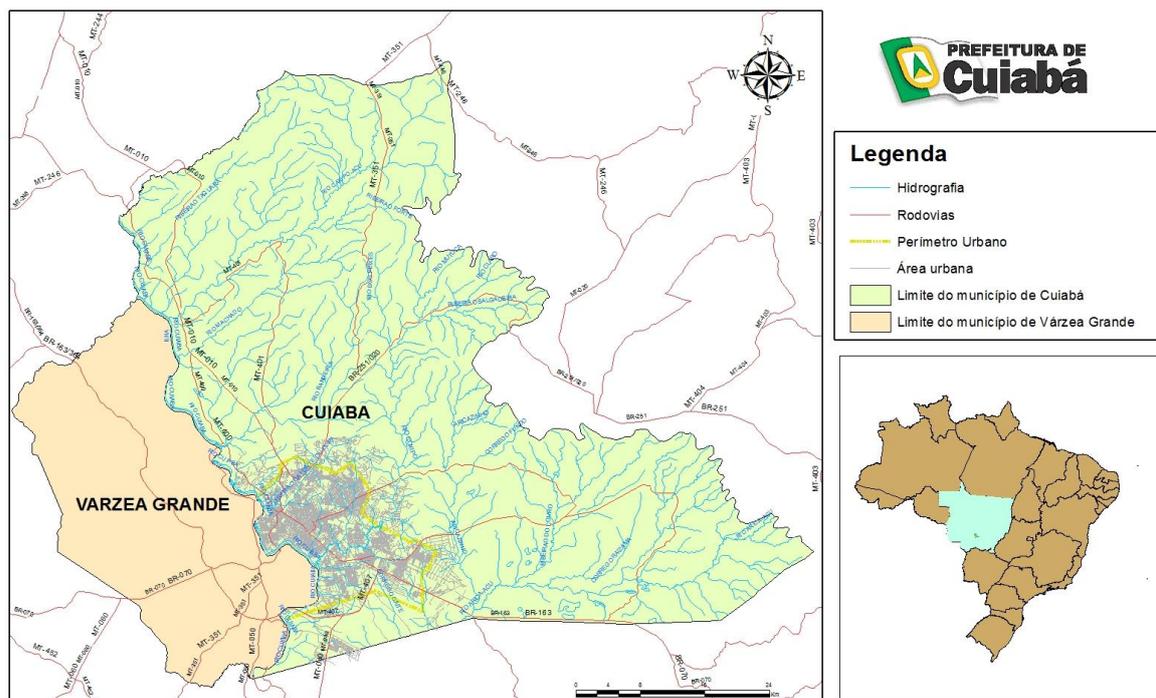


Figura 14 Área de estudo. Fonte: Prefeitura de Cuiabá.

5 MATERIAL E METODOS

A metodologia aplicada para este estudo foi baseada na proposta de SAUTCHUK (2004)²⁵, que foi um dos primeiros trabalhos a estabelecer diretrizes para implantação de programa de conservação de água em edificações. Sendo assim, a concepção deste estudo foi estruturada nas seguintes etapas:

Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar;

Etapa 2: Avaliação de Demanda de Água;

Etapa 3: Avaliação de Oferta de Água;

Etapa 4: Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica;

5.1 Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar

Esta etapa consiste no levantamento de todas as informações e dados que envolvem o uso da água no condomínio para aquisição do pleno conhecimento sobre as atuais condições de utilização. Compreende o mapeamento dos usos da água na edificação, histórico de consumo de água, entre outras informações.

5.1.1 Análise documental

Nesta etapa foram levantados e analisados todos os documentos e informações disponíveis que possam auxiliar no entendimento da edificação sob a ótica do uso da água.

5.1.2 Levantamento de Campo

Nesta fase é feita uma visita “in loco” acompanhada por técnico da própria edificação devidamente capacitado, síndico e funcionário do edifício. O objetivo foi avaliar os diversos usos da água para detalhamento e aferição dos dados já obtidos e complementação das demais informações necessárias.

5.1.3 Pesquisa de opinião

Nesta fase foi elaborado um questionário onde um morador de cada apartamento forneceu informações pessoais de hábitos e costumes da família, como quantas vezes na semana são utilizadas as máquinas de lavar roupa, com objetivo de subsidiar o cálculo da oferta da água de reúso para elaboração da melhor proposta de reúso da água.

5.2 Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água

Com base nos dados coletados na etapa anterior inicia-se a avaliação da demanda de água. Nesta etapa são identificadas as potenciais demandas e selecionadas as mais viáveis.

São instrumentos da análise:

- Processos que utilizam água
- Demanda de água de reúso,
- Opinião dos moradores
- Perdas físicas;
- Equipamentos hidráulicos;
- Pressão do sistema hidráulico.
- Tipos de intervenção propostos.

5.3 Etapa 3: Avaliação da Oferta de Água

Uma vez caracterizada a demanda de água necessária para atendimento das atividades da edificação em estudo, são avaliadas quantitativamente as possíveis fontes de abastecimento de água de reúso.

De maneira geral, as edificações podem ter seu abastecimento proveniente da rede pública, de responsabilidade local da companhia de Saneamento Básico, ou das seguintes fontes alternativas:

- Captação direta de mananciais;
- Água subterrânea;
- Águas pluviais;
- Reúso de efluentes

5.4 Etapa 4: Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

Após análise da demanda e da oferta de água, foi elaborada alternativa para aperfeiçoar o consumo de água na edificação. Dimensionado os volumes e o reservatório, por fim foi calculado o tempo de retorno.

6 RESULTADOS

6.1 Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar

O condomínio Parque Residencial Pantanal possui uma área territorial cerca de 21.700,00 m² conforme a (Figura 15). Teve sua construção iniciada em 2007, mas somente começou a ser habitado em 2009. São três torres de 25 andares sendo 04 apartamentos de 98m² por andar, totalizando 300 unidades habitacionais (Figura 16).



Figura 15 Localização do Condomínio Parque Pantanal e extensão de sua área. Fonte: GOOGLE EARTH.



Figura 16 O condomínio é composto por três torres com 25 andares sendo 4 apartamentos por andar, totalizando 300 unidades.

A população estimada no projeto considera 04 pessoas por unidade habitacional, ou seja, 1200 pessoas, porém notou-se que o condomínio ainda não alcançou a população de projeto, estima-se que hoje o condomínio possua uma população de 1000 pessoas.

O condomínio possui uma ampla área de lazer, com duas quadras poliesportivas, academia, piscina adulto e infantil, campo de futebol e quadra de tênis (Figura 17). Estima-se que o condomínio possua cerca de 6600 m² de área verde com predominância de vegetação rasteira do tipo grama esmeralda e pequenos arbustos. Estima-se também que a área de pátio incluindo corredores seja de 6747 m². Estes dados são relevantes para o dimensionamento da oferta e demanda de água.



Figura 17 Área de lazer com duas quadras poliesportivas, academia, piscina adulto e infantil, campo de futebol e quadra de tênis.

Na Tabela 6 é mostrado um resumo das áreas do condomínio com destaque para a área de pátio de 6747m² e área verde de 6600 m², estes dados são essenciais para o cálculo da demanda de água.

Tabela 6 Quadro de áreas do condomínio.

Área do Terreno (21700 m ²)	Área Construída (15100 m ²)	Área de Pátio (6747 m ²)
		Demais Áreas (8353 m ²)
	Área Verde (6600 m ²)	Jardim e Campo

6.1.1 Medição Individualizada

Através da visita in loco foi possível constatar que este condomínio possui instalado nos seus 300 apartamentos, hidrômetros para a medição do consumo d'água individual (Figura 18) o que proporciona um uso mais racional da água. A medição individual em apartamentos ainda não é muito comum na região, principalmente em apartamentos antigos.



Figura 18 Hidrômetros para medição individual.

A empresa *Individualize* é responsável pela realização das leituras no hidrômetro de cada apartamento e faz o rateio da conta de água conforme o consumo de água, esta mesma empresa presta o mesmo serviço para medição do consumo de gás. É interessante saber que nos primeiros meses a cobrança da água era dividida igualmente pelo número de apartamentos, ou seja, o consumo não era controlado individualmente, mesmo tendo os hidrômetros, após a contratação desta empresa o consumo reduziu proporcionalmente ao número de moradores.

6.1.2 Projeto-tipo do apartamento

A análise do consumo de água entre os apartamentos tornou-se mais simplificada pelo fato de as três torres serem iguais no que se refere à sua planta baixa. São quatro apartamentos por andar e 25 andares por torre. Cada apartamento possui dois quartos, uma suíte, sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e sacada com churrasqueira. O apartamento tipo possui quatro banheiros sendo um na suíte, um no corredor, um lavabo na sala de estar e uma na área de serviço, conforme a Figura 19.

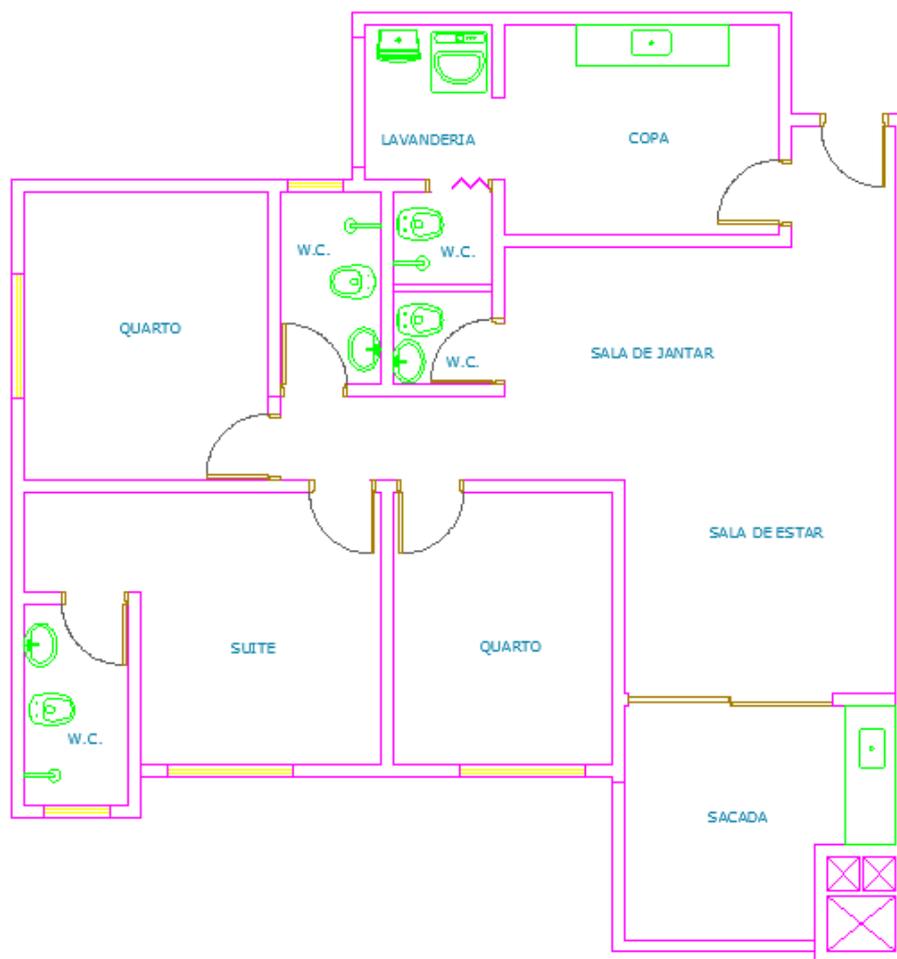


Figura 19 Planta baixa Apartamento Tipo do Condomínio Parque Residencial Pantanal

6.1.3 Equipamentos hidráulicos

Através da planta baixa (Figura 19) foi possível quantificar equipamentos hidráulicos pertencentes aos apartamentos (Tabela 7).

Tabela 7 Quantificação dos equipamentos hidráulicos existentes nos apartamentos.

Equipamentos	Quantidade/ Apartamento	Quantidade / Torre	Quantidade Total
Bacia Sanitária	4	400	1200
Chuveiro	3	300	900
Torneira Lavabo	4	400	1200
Torneira cozinha	1	100	300
Torneira churrasqueira	1	100	300
Tanque de lavar roupa	1	100	300

Foi verificado que as bacias sanitárias instaladas no condomínio originalmente são do tipo caixa acoplada e atendem as normas da PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat) que estabelece que as descargas sejam realizadas com uma quantia de 6 litros por acionamento.

6.1.4 Dados de Consumo

Através das faturas de consumo de água emitidas pela companhia de abastecimento público, *CAB Ambiental* e as faturas de consumo individuais emitidas pela empresa *Individualize*, ambos cedidos sob autorização síndico do condomínio. Foi possível montar um panorama do consumo em toda a edificação os quais serão apresentados na etapa 2.

6.1.5 Estrutura Tarifária

A água fornecida pela concessionária de água (CAB) é cobrada de acordo com a Tabela 8. Desta forma quem consome mais paga mais. Geralmente a leitura do consumo em condomínios é realizada através um hidrômetro principal. A tarifa é aplicada em cima do consumo médio, ou seja, o consumo total mensal dividido pelo número de apartamentos. É cobrado de R\$1,98/ m³ até os dez primeiros metros cúbicos e R\$2,42/m³ para os seguintes e assim subsequentemente. Para a cobrança do esgoto é cobrado 90% da fatura de água.

Tabela 8 Tarifa Residencial cobrada pela CAB.

Faixas (m³)	Valores(R\$)	Esgoto(%)
0 à 10	1,98	90
11 à 20	2,42	90
21 à 30	4,04	90
31 à 50	4,94	90
> 50	6,54	90

Fonte: CAB, 2012.

1.1.1 Pesquisa de opinião

Após a visita técnica para conhecer fisicamente a edificação, notou-se a necessidade de conhecer a opinião moradores a respeito do reuso. Com a ajuda do síndico foi possível realizar reuniões com a equipe que administra o condomínio com o intuito de divulgar este projeto. Foram confeccionados banners e fixados nos elevadores, agendado assembleias de condomínio, sabendo da existencia do site do próprio condomínio (<http://www.parqueresidencialpantanal.com.br/>) buscou-se

aproveitar este veículo de comunicação, com a criação de links, criação de [Questionário online](#) e envio por e-mail dos condôminos. Porém pode-se perceber que o site era pouco frequentado pelos moradores e por isto não era uma boa ferramenta de comunicação.

Após esta tentativa, considerou-se que o mais adequado seria reuniões por meio de assembleias, entretanto, conseguir reunir um número significativo de moradores não era tarefa fácil. Talvez devido as condições de tempo não houve número representativo de pessoas nas duas reuniões agendadas, então devido ao baixo *feedback* decidiu-se pela confecção de 300 questionários (Anexo I) e entrega junto com as outras correspondências de cada apartamento. O morador teria o prazo de 60 dias para responder e deixar na portaria.

Respostas obtidas

Dos 300 apartamentos, somente 31 (10,33%) devolveram os questionários respondidos devidamente. Vale lembrar que nem todos os 300 apartamentos estão ocupados. Serão apresentados os resultados com base nestas respostas seguidos dos seus respectivos comentários.

1.Você é morador de qual torre?

Conforme a Figura 20, das 31 respostas 39% moram na Torre dos Ventos, 26% moram na Torre das Águas e 35% moram na Torre das Matas.

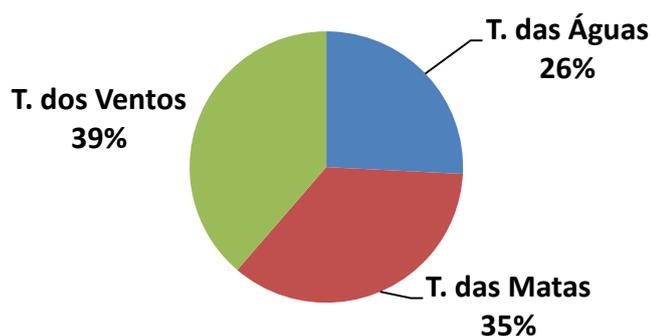


Figura 20 Origem dos moradores que responderam.

Constatou-se que a distribuição das pessoas que responderam este questionário se apresentou uniforme em relação às três torres do condomínio. Esta pergunta teve o objetivo de identificar o morador junto com as perguntas 2 e 3, sobre a população e o tempo de residência no condomínio.

3.Quantas pessoas moram no apartamento?

Na questão 2 foi solicitado a identificação do apartamento, e logo em seguida, na questão 3 (Figura 21) a quantidade de moradores, com o objetivo de identifica-lo e observar o seu consumo de água em relação com a quantidade de moradores e ter uma noção de qual seria o consumo per cápita de água no condomínio.

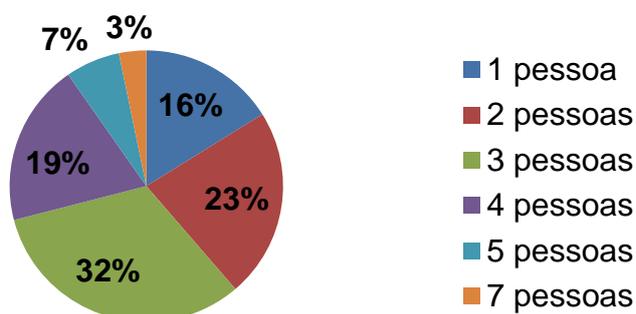


Figura 21 População média por apartamento.

Descobriu-se que de uma forma geral o condomínio apresenta a distribuição da quantidade de moradores heterogênia. Sendo que 3% moram sozinhas, 23% moram duas pessoas, 32% moram três pessoas, 19% moram 4 pessoas, 7% moram cinco pessoas e 3% moram 7 pessoas.

4.Há quanto tempo você mora no Parque Pantanal?

Dos moradores 13% responderam que moram a menos de 1 ano, 50% moram entre 1 a 3 anos e 37% moram a mais de 3 anos conforme a (Figura 22).

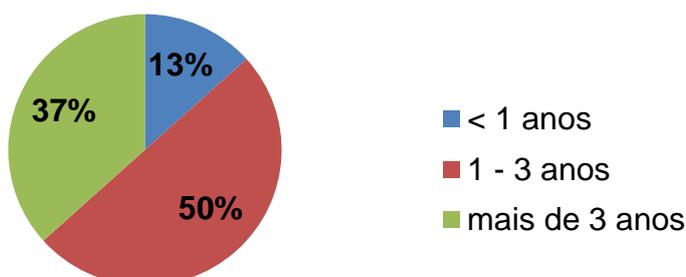


Figura 22 Tempo de residências dos moradores.

As pessoas que moram em menos de um ano devem-se em grande parte a pessoas moram de aluguel, estas por não serem proprietárias do apartamento geralmente não possuem interesse de investir na moradia de acordo com a questão 14 (Figura 32). Enquanto que os proprietários se manifestaram mais interessados no reúso de água e percebem a prática como um investimento cujo retorno se dará em alguns anos.

A maioria dos moradores mora há mais de um ano (87%) o que leva a concluir que a maioria dos moradores são proprietários, considerando o prédio ter sido construído recentemente.

5.Você sabe o que é reúso de água?

Esta pergunta teve por objetivo de avaliar se o morador já havia algum conhecimento a respeito do reúso de água, de acordo com as respostas (Figura 23) cerca de 74% dos moradores diz saber o que é o reúso de água e 26% diz admitir que não tem conhecimento sobre o tema.

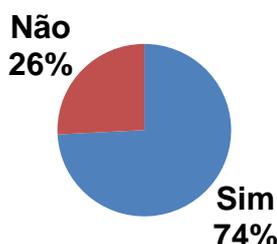


Figura 23 A maioria afirma conhecer o que é o sistema de reúso da água.

6.Quão importante é o estudo desta natureza para diminuir o consumo/desperdício de água tratada?

Nesta pergunta buscou-se avaliar o grau de interesse do morador pelo tema, observou-se conforme a (Figura 24), que 84% dos moradores consideram muito importantes esses estudos, sendo que 10% consideram importante e somente 6% foi indiferente.

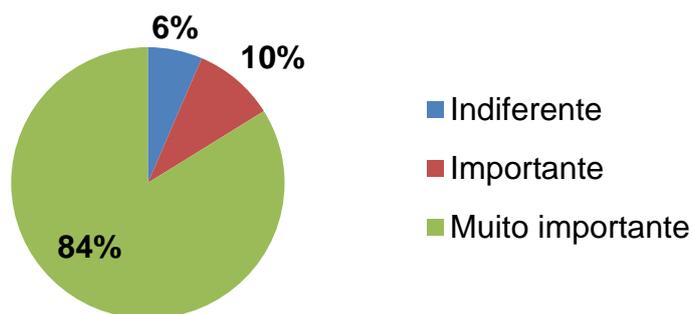


Figura 24 Grau de importância dos estudos que buscam reduzir o consumo/desperdício de água.

7. Se houver possibilidade de reutilização de Água Cinza e Pluvial, você estaria disposto(a) a investir e absorver transtornos com obras?

No caso de uma possível adaptação da edificação para aumentar a eficiência do consumo de água na edificação, buscou-se avaliar o interesse e a flexibilidade dos moradores para com os transtornos com obras. 44% se mostraram interessados desde que se conseguisse reduzir a taxa do condomínio (Figura 25), enquanto 41% mostrou-se mais interessado com a questão ambiental do que a econômica e se mostrou favorável a obras do tipo Já 12% se mostraram preocupados com a não interferência da rotina. Somente 3% não mostrou interesse algum.

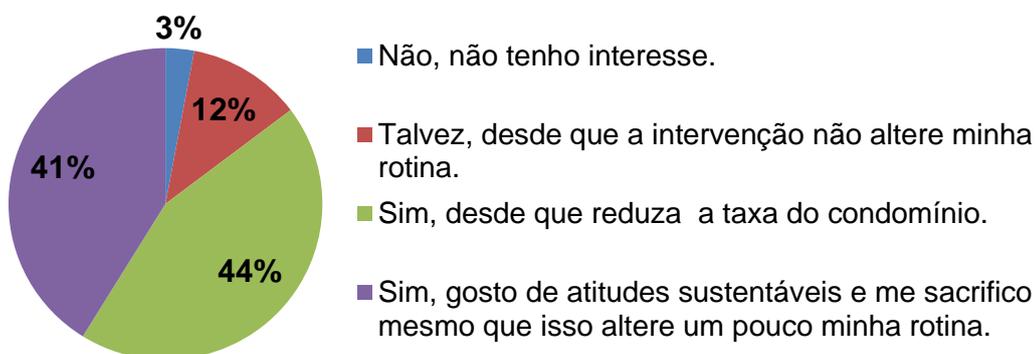


Figura 25 Grau de interesse e flexibilidade para com o período de obras para adequação.

8. Se fosse possível o reaproveitamento de águas residuais e pluviais neste edifício, você acha que a mesma deveria ser empregada (destinada) para:

Sob a ótica dos moradores, os usos mais adequados das águas recicladas, correspondem em 44% o uso na lavagem de calçadas, 35% para jardinagem, 13% em bacias sanitárias e apenas 8% na lavagem de carros (Figura 26).

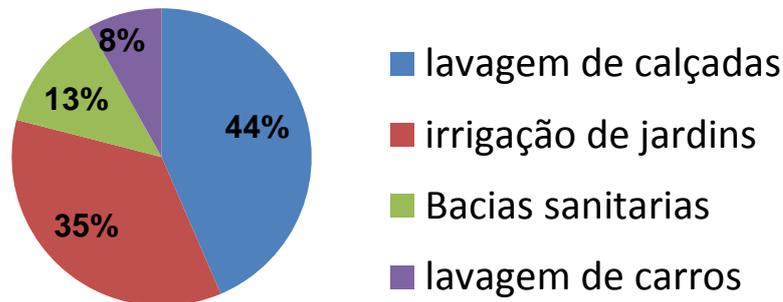


Figura 26 Local de uso da água após tratada sob a ótica dos próprios moradores.

9. Você trocaria os (torneiras, válvulas) existentes no seu apartamento por modelos e alternativas mais econômicas? Por quê?

Na Figura 27 pode-se observar que 44% são favoráveis a troca de torneiras com objetivo de reduzir o consumo de água. Enquanto 33% diz já possuir torneiras e válvulas que reduzem o consumo de água. Sendo que 3% diz não ter interesse ou acha muito desconfortável essa troca de equipamento. 20% usou o campo outro para dizer que possui descarga com válvula de descarga econômica..

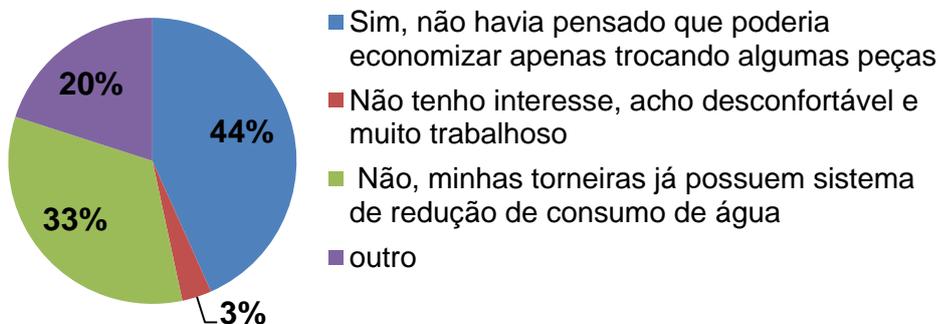


Figura 27 Interesse dos moradores em trocar os equipamentos sanitários.

A maioria da população aceita a substituição das peças e conexões para diminuir o consumo de água, ou já possui instalado (Figura 28), isso demonstra também um bom nível de preocupação em relação às questões ambientais.

10. Destes equipamentos hidráulicos qual você possui no seu apartamento?

Esta questão pode ter sido mal interpretada pela maioria dos moradores, pois se acredita que muitos moradores não tenham conhecimento destas peças dentro do

seu próprio apartamento. Exemplo deste são os arejadores que são instalados nas torneiras e são muito comuns nesta edificação

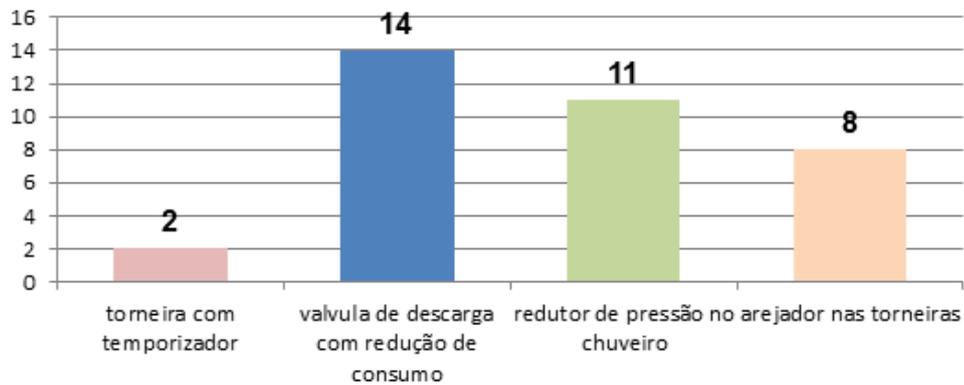


Figura 28 Equipamentos economizadores instalados nos apartamentos

11. Com que frequência a máquina de lavar roupas é usada na semana?

Na Figura 29 a maioria dos moradores diz usar a máquina de lavar pelo menos duas vezes na semana (37%), 23% diz usar apenas uma vez por semana, outros 23% diz lavar 3 vezes na semana, enquanto 14% diz usar 4 vezes na semana e 3% diz usar mais de 4 vezes na semana. Este resultado é interessante para saber a possibilidade do uso da água da lavanderia para o reúso e será abordado com mais abrangência na quarta etapa.

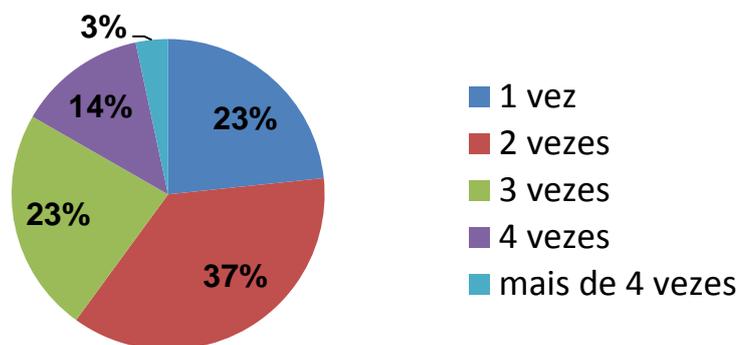


Figura 29 Frequência de lavagem de roupas

12. Em geral quem lava as roupas?

O contato do morador com a água e os usos domésticos se mostrou elevado (59%) é o que mostra a Figura 30, onde 22% diz ter uma empregada fixa e 19% utilizar de serviços de diarista para a limpeza do lar, onde 6% uma vez na semana e 13% duas vezes na semana.



Figura 30 Pessoa responsável pela lavagem das roupas

O contato do morador na limpeza e usos da água é importante para o uso racional da água, enquanto que pessoas de fora geralmente não possuem muito cuidado com este assunto.

13. Destes eletrodomésticos qual você dispõe?

Observa-se na Figura 31 que o consumo de água para lavagem de roupa em máquina de lavar automática é elevado (90%), enquanto que a lavagem de roupa em tanquinho é apenas 10% dos entrevistados.

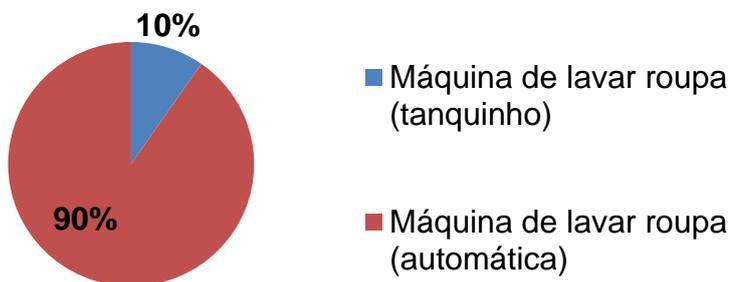


Figura 31 Tipo de máquina de lavar roupa automática ou tanquinho, todos apresentaram algum tipo de máquina de lavar.

14. O imóvel é próprio? Você investiria em um projeto para reduzir o consumo de água?

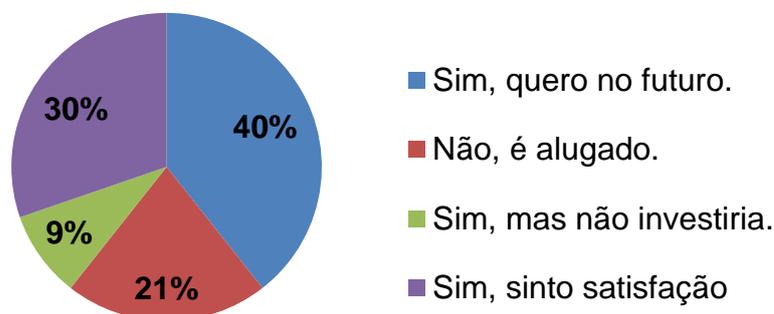


Figura 32 Interesse em participar do projeto de redução do consumo de água.

Observa-se nos dados da Figura 32 que 40% dos moradores entrevistados são proprietários e que estão dispostos a investir em um projeto para reduzir o consumo de água. 21% até gostariam, mas como o imóvel é alugado não possuem interesse em investir na edificação, 9% é proprietário, mas não investiria e outros 30% são muito otimista a implantação de um sistema de uso racional da água.

15. Quanto você estaria disposto a investir neste projeto?

Os moradores que responderam o questionário de uma forma geral demonstraram generosos com relação ao financiamento de um possível projeto. Sendo que 35% diz estar dispostos a investir até 100,00 reais (Figura 33), 23% investiriam um valor de R\$100,00 a R\$200,00, outros 27% investiriam de R\$ 200,00 a R\$ 300,00, e 15%investiria acima de R\$ 300,00

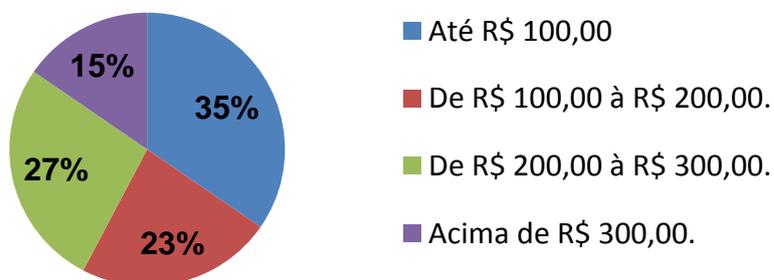


Figura 33 Valor que o morador estaria disposto para incentivar a implantação do projeto.

Os moradores se mostraram muito otimistas e generosos no questionário. Considerando que todos os condôminos se comprometam a investir a quantia mínima de R\$100,00 considera-se que é possível realizar alguns projetos de uso racional.

Conclusão do questionario

Através do questionario foi possível traçar um perfil dos moradores do condomínio Parque Pantanal, o qual foi muito útil para as etapas seguintes. Devido à forma de abordagem e a quantidade de respostas obtidas, acredita-se que as pessoas que responderam estas perguntas naturalmente tendem a ser mais favoráveis ao projeto, enquanto que as que não responderam tendem a não terem se interessado pelo projeto.

6.2 Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água

Antes de implantar um sistema de reúso água cinza ou qualquer outro sistema é necessário saber se há disponibilidade de água para estes fins. Com base nas informações coletadas na etapa anterior pode-se conhecer um pouco mais sobre os hábitos e costumes dos moradores e realizar as seguintes avaliações:

6.2.1 Demanda de água potável

Estimar a verdadeira demanda de uso de água potável de uma população é uma tarefa muito complicada, considerando a variedade de fatores que influenciam no consumo de uma determinada população. Com o intuito de obter um valor razoável de qual seria a demanda foi utilizada o consumo de água medido nos hidrômetros individuais de cada apartamento. Para esta análise foram medidos 12 meses de consumo contando a partir de abril de 2012 até março de 2013 (Anexo II). A Figura 34 demonstra o comportamento do consumo mensal por torre. É possível observar que o consumo varia muito e não apresenta uma uniformidade, exceto nos meses de janeiro e fevereiro. Este comportamento pode ser explicado pelo alto índice de viagens familiares neste período, caracterizado pelas férias escolares.

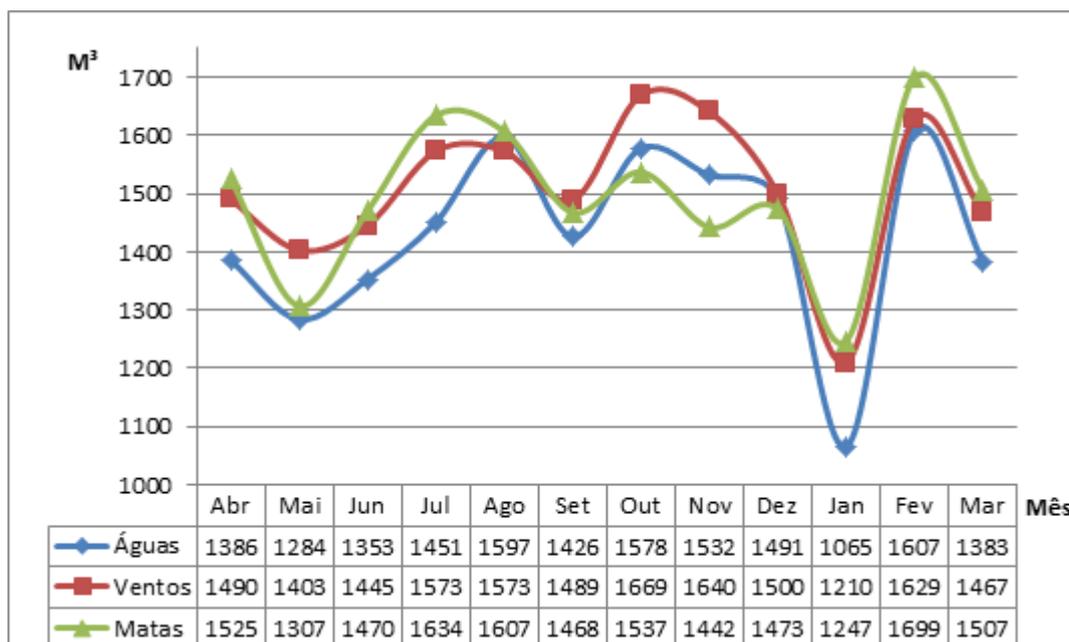


Figura 34 Consumo d'água mensal por torre.

Analisando o consumo individual mensal (Anexo II) pode-se observar uma variedade muito alta dos valores de consumo, onde o mínimo foi de 0 m³/mês e o máximo 55 m³/mês. Diante desta amplitude de dados, considerou-se que obter valores precisos do consumo d'água não implicaria dizer necessariamente que o comportamento futuro do consumo irá manter-se constante. Tendo em vista que as pessoas vendem seus apartamentos, alugam, recebem visitas e viajam a todo o momento. Neste caso considerou-se o consumo médio do condomínio em 4430m³ por mês, ou 147 m³/dia. Considerando assim questão ao todo 300 unidades habitacionais, tem-se um consumo médio de 490 litros por unidade habitacional diariamente.

6.2.2 Distribuição do consumo de água nos apartamentos em relação ao volume consumido.

Através dos dados de consumo das Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 12 pode-se perceber aspectos interessantes a respeito do consumo. Observa-se que as três torres possuem praticamente o mesmo consumo. Pode-se perceber que 98 apartamentos possuem um consumo de água muito reduzido o que indica que é pouco habitado.

Também é possível notar que 15 apartamentos dos 300 consomem cerca de 12,57% do volume total consumido (Tabela 12), o que indica que a habitação é

altamente habitada e provavelmente há um alto índice de desperdício ou vazamentos.

Tabela 9 Distribuição do Consumo de Água na Torre dos Ventos.

Torre dos Ventos				
Faixa de Consumo	Quantidade de apartamentos	% de apto	Consumo (m ³)	% do consumo total
0,00 a 10,00 m ³	31	31,00%	139,53	9,51%
10,01 a 20,00 m ³	43	43,00%	632,24	43,10%
20,01 a 30,00 m ³	20	20,00%	469,4	32,00%
30,01 a 40,00 m ³	3	3,00%	97,07	6,62%
acima 40,00 m ³	3	3,00%	128,67	8,77%
Total	100		1466,91	

Tabela 10 Distribuição do Consumo de Água na Torre das Águas.

Torre das Águas				
Faixa de Consumo	Quantidade de apartamentos	% de apto	Consumo (m ³)	% do consumo total
0,00 a 10,00 m ³	34	34,00%	183,42	13,19%
10,01 a 20,00 m ³	43	43,00%	601,62	43,27%
20,01 a 30,00 m ³	19	19,00%	455,81	32,78%
30,01 a 40,00 m ³	3	3,00%	107,18	7,71%
acima 40,00 m ³	1	1,00%	42,32	3,04%
Total	100		1390,35	

Tabela 11 Distribuição do Consumo de Água na Torre das Matas

Torre das Matas				
Faixa de Consumo	Quantidade de apartamentos	% de apto	Consumo (m ³)	% do consumo total
0,00 a 10,00 m ³	33	33,00%	171,51	11,38%
10,01 a 20,00 m ³	41	41,00%	621,4	41,24%
20,01 a 30,00 m ³	21	21,00%	540,62	35,88%
30,01 a 40,00 m ³	5	5,00%	173,34	11,50%
acima 40,00 m ³	0	0,00%	0	0,00%
Total	100		1506,87	

Tabela 12 Distribuição do Consumo de água do Parque Pantanal

Faixa de Consumo	Quantidade de apartamentos	% de apto	Consumo (m ³)	% do consumo total
0,00 a 10,00 m ³	98	32,67%	494,46	11,33%
10,01 a 20,00 m ³	127	42,33%	1855,26	42,51%
20,01 a 30,00 m ³	60	20,00%	1465,83	33,59%
30,01 a 40,00 m ³	11	3,67%	377,59	8,65%
acima 40,00 m ³	4	1,33%	170,99	3,92%
Total	300		4364,13	4364,13

6.2.3 Perdas físicas

É comum em redes de abastecimentos de águas antigas terem um alto índice de perdas através de vazamentos invisíveis. Porém, se tratando de uma edificação nova, não é de se esperar que haja perdas físicas significativas. O que foi possível identificar através do histórico de consumo de água da edificação são perdas visíveis decorrentes de mau uso e/ou negligência do usuário que não quer trocar uma torneira ou registro, caracterizado por escoamento ou gotejamento.

6.3 Etapa 3: Avaliação da Oferta de água

A edificação não possui fonte de água alternativa como poço tubular profundo, usando somente para abastecimento de água fornecida pela concessionária de água (CAB). Apresentou o consumo médio de 4430 m³ por mês

6.3.1 Lavagem de Pisos

O condomínio possui uma ampla área de pátio cerca de 6750m². Considerando que a lavagem de pisos ocorra pelo menos uma vez por semana e consuma em média 02L/ m² para esta atividade, multiplicado pela área de pátio pode chegar ao consumo de até 13500 litros ou 13,5m³ de água em uma limpeza.

6.3.2 Irrigação do Jardim

Como citado anterior o condomínio possui cerca 6033 m² de área de jardim, onde predomina a grama esmeralda (*Zoysia Japonica*) e alguns pequenos arbustos.



Figura 35 Vista da área de lazer e jardim, com grama esmeralda.

Considerando a importância da irrigação desta vegetação para manter a qualidade e conforto microclimático da área de lazer (gramado, jardim e campo de futebol) é necessário o uso de água diariamente. Estima-se que o volume necessário para manter a grama verde varia de 4 a 10 litros/m² por dia, este valor irá depender das condições do solo e a evapotranspiração local.

O consumo hídrico é fator que limita comumente a irrigação urbana e suburbana (WHITE et al., 2001)²⁶. A utilização de irrigação para manutenção de gramados é um dos muitos competidores do uso de água do meio urbano. Até em regiões de clima úmido, necessitam de irrigação periódica para manutenção e sobrevivência em períodos de estiagem (CARROW, 1996)²⁷.

Considerando que para os 6033 m² de área verde sejam necessários uma irrigação diárias de 4 litros/ m² seriam necessários 26532 litros/dia ou 26,5m³/dia.

6.4 Etapa 4: Análise de viabilidade técnica e econômica

As instalações prediais não foram projetadas para realização do reúso da água cinza, embora o sistema de distribuição de água tenha sido projetado para o uso individualizado permitindo o consumo racional da água por apartamento. Entretanto notou-se que a edificação em questão poderia ser um bom objeto de estudo devido as suas características físicas (disponibilidade de área, alto consumo hídrico e diferença entre as cotas geométricas) para elaboração de uma proposta viável.

Inicialmente pretendia-se elaborar uma proposta para o aproveitamento da água da chuva e o reúso da água cinza com aplicação em bacias sanitárias, através de visita in loco e aplicação do questionário pode-se perceber as dificuldades para implantação dos mesmos.

Entretanto após uma análise detalhada chegou-se na proposta de reúso de água cinza apenas proveniente da lavanderia. Embora o consumo em uma residência seja um percentual muito pequeno em comparação ao consumo total, em um apartamento a coleta do efluente gerado pela lavanderia pode resultar em um volume significativo e ser usado em outro uso não potável como, por exemplo, a irrigação do jardim e limpeza do pátio.

É importante que a intervenção proposta além de ser sustentável e promover a conservação dos recursos hídricos seja ao menos viável tanto tecnicamente como economicamente.

Embora o sistema possa ter um custo elevado de implantação é importante notar que ao longo do uso do sistema este custo será amortecido pela economia na conta de água e esgoto.

A concessionária de abastecimento de água do município, neste caso, a CAB que adota a Tabela 13 para realizar a cobrança do uso da água por faixa de consumo, além de cobrar também pela coleta e tratamento dos efluentes gerados, neste caso é cobrado 90% do volume fornecido, pois se considera que 10% volume fornecido acaba infiltrando no próprio terreno.

Tabela 13 Tarifa de água cobrada por faixa de consumo por unidade habitacional.

TABELA TARIFÁRIA RESIDENCIAL		
Faixas (m³)	Valores(R\$)	Esgoto(%)
0 à 10	1,98	90
11 à 20	2,42	90
21 à 30	4,04	90
31 à 50	4,94	90
> 50	6,54	90

Fonte: CAB conforme consta na conta de água.

De acordo com o histórico de consumo apresentado na Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água, pode-se perceber que o consumo médio mensal de 4430m³ gera uma conta de água na média de R\$18.183,00, Isto porque a concessionária cobra pela distribuição da água e pelo tratamento do esgoto gerado.

A viabilidade do projeto se dá pela redução mensal do valor da fatura, e a quantidade de meses necessários para que o total economizado seja igual ao valor

investimento inicial. Esta é a forma mais simples de calcular o tempo de retorno do investimento, e não considera outros fatores.

ANALISE DO SISTEMA PROPOSTO

Com o intuito de compatibilizar as demandas e ofertas de água dentro da edificação é apresentada a proposta de reúso da água cinza de lavanderia proveniente do tubo de queda TQE-30 de 100 mm de diâmetro, conforme Figura 35

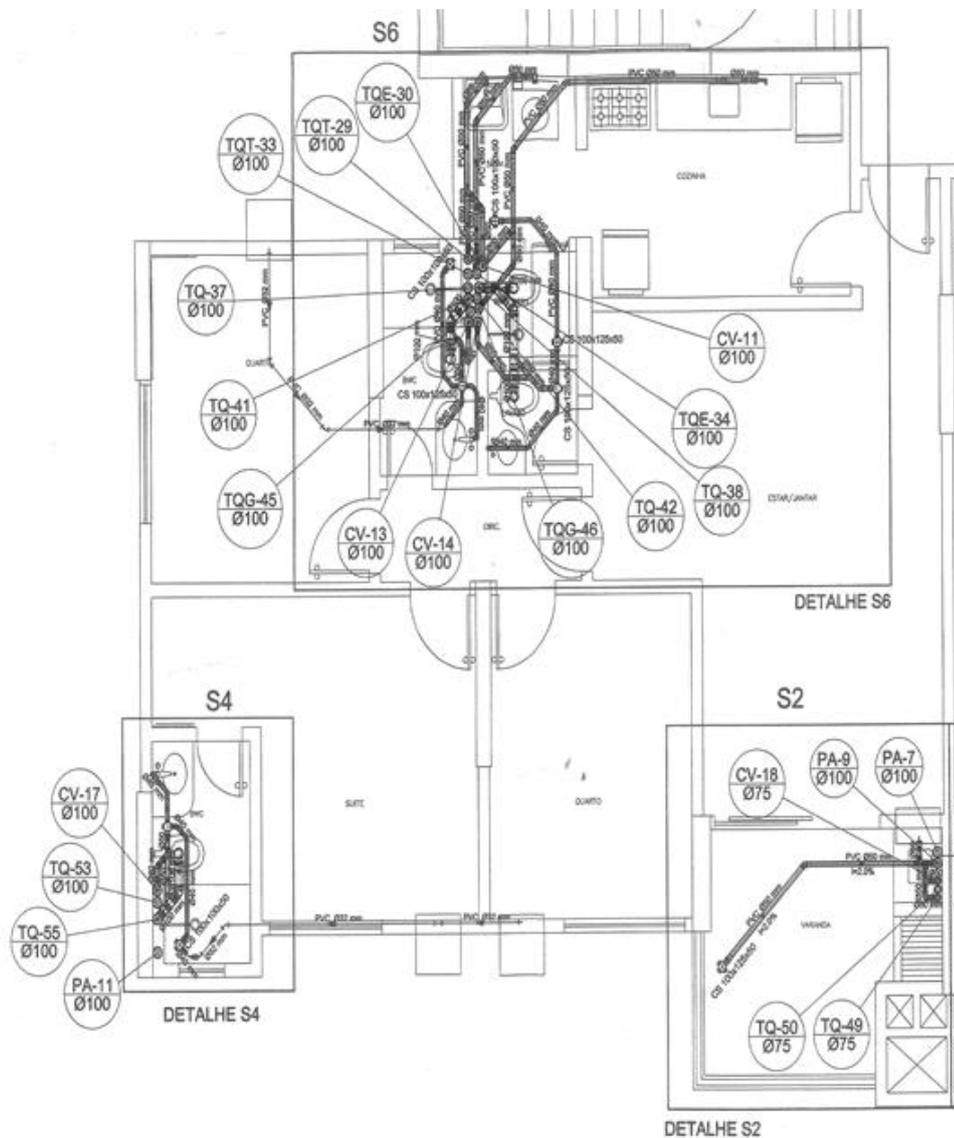


Figura 35 Planta do projeto de esgoto da edificação, com destaque para o Tubo de queda 30 responsável pela coleta das águas cinza de lavanderia.

Os tubos de esgoto descem pelo *shaft* chegando até o subsolo do edifício, pelo estacionamento subterrâneo é possível visualizar as tubulações conforme a Figura 36.



Figura 36 Tubos de queda de esgoto em marrom localizados no estacionamento do subsolo.

Considerando o tipo de edificação e com base no questionário respondido na questão 11, no tocante a Figura 29 que mostra uma frequência média de 3 lavagens de roupa por semana. Considerando também que cada máquina de lavar consome cerca de 60 litros por ciclo e para uma lavagem completa são necessários 3 ciclos (uma lavagem e 2 enxágues), ou seja, 180 litros. Pode-se considerar uma demanda de consumo de água para máquinas de lavar de 15197 litros por dia conforme demonstrado Tabela 14.

Tabela 14 Volume estimado de consumo nas máquinas de lavar roupa do condomínio

Frequência de uso da máquina de lavar/ semana		Total de lavagens/ semana	Volume semanal (litros)	Média diária (litros)
1 vez	23%	69	12420	1774,29
2 vez	37%	222	39960	5708,57
3 vez	23%	207	37260	5322,86
4 vez	4%	48	8640	1234,29
> 4 vez	3%	45	8100	1157,14
Total de lavagem		591	106380	15197,14
Consumo por lavagem: 180 litros				

Como os valores da Tabela 14 são estimativas do consumo real, considerou-se conveniente e prudente comparar com estudos semelhantes conforme Tabela 15

Tabela 15 Estudos de consumo por aparelhos sanitários realizados em instituições renomadas

Aparelho sanitário	Deca	USP	PNCDA	Média
Vaso sanitário	14%	29%	5%	16%
Chuveiro	47%	28%	55%	43%
Lavatório	12%	6%	8%	9%
Pia de cozinha	15%	17%	18%	17%
Tanque	-	6%	3%	5%
Máquina de lavar roupa	8%	9%	11%	9%

(Adaptado de GONÇALVES; JORDÃO, 2006, P. 15)²⁸

Neste caso considerando que 9% do consumo diário sejam destinados para a lavagem de roupa, e se o consumo médio diário é de 490 litros, em 300 apartamentos. Obtemos um consumo de 13230 litros, embora as metodologias de cálculo tenham sido diferentes, percebe-se que o consumo está nesta faixa.

6.5 Dimensionamento do reservatório

Considerando o uso da água cinza do tanque de lavar roupas pode-se acrescentar 5% do consumo diário, podendo levar ao um volume total de 22,54 m³/ dia (Tabela 16). Com uma previsão de necessidade de uso de 28,46 m³/dia para a irrigação e limpeza do pátio.

Tabela 16 Resumo de Demanda e Oferta de água

Demanda		Oferta	
Água para tratamento	Litros/dia	Água para reúso	Litros/dia
Máquina de lavar	15197	Irrigação	26535
Tanque de lavar	7350	Limpeza do pátio	1929
Total	22547	Total	28464

Neste caso a demanda acaba sendo limitante da oferta, visto que o volume demandado é insuficiente em relação ao volume de oferta. Sendo assim há um potencial que pode ainda ser mais explorado, porém para o caso estudado considerou-se uma proposta razoável de intervenção sem muitas alterações na arquitetura da edificação. Portanto o volume ideal do reservatório será de 22.547m³

6.6 Tempo de retorno do sistema de aproveitamento de água cinza de lavanderia.

Utilizando a tabela SINAPI fornecida pela CEF (Caixa Econômica Federal) foi possível estimar o custo (Tabela 17) de construção de um reservatório de 22,54m³ feito em concreto, apoiado sobre o pátio (Figura 37). A localização do reservatório sugerida oferece de cerca de 5 metros de diferença entre as cotas da base do reservatório e a área de lazer, favorecendo a pressão no sistema de irrigação.

Tabela 17 Orçamento do reservatório com base na tabela SINAPI.

ITEM	CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UN	QTDE	PREÇO (R\$)	
					UNIT.	TOTAL
1		RESERVATÓRIO				
1.1		SERVIÇOS PRE-LIMINARES				
1.1.1	74209/1	PLACA DE OBRA	M ²	2,50	226	566,05
1.1.2	2707	ENGENHEIRO	H	45,00	74,4	3348,45
1.1.3	74210/1	BARRACÃO DE OBRAS	M ²	15,00	196	2945,55
		TOTAL DE SERVIÇOS PRE-LIMINARES				6860,05
		ESTRUTURA				
1.3.	74164/1	LASTRO DE BRITA	M ³	1,08	110	118,45
1.3.1.	5970	FORMA	M ²	74,91	34,3	2572,409
1.3.2.	74138/2	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK 20 Mpa	M ³	8,27	348,0	2877,629
1.3.4.	74254/3 +7356	FERRAGENS	KG	661,50	5,9	3922,70
		TOTAL DE ESTRUTURA				9491,19
4.		IMPERMEABILIZAÇÃO				
4.1	74000/1	IMPERMEABILIZAÇÃO	M ²	39,16	32,8	1286,014
		TOTAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO				1286,014
		TOTAL DO RESERVATÓRIO				R\$ 17.637,25

6.7 Demonstrativo do Tempo de retorno

Após o dimensionamento do reservatório pode-se estimar o custo de implantação do sistema na edificação existente. Se considerar perda de 30% no volume de água cinza a ser reutilizado (este volume poderá variar entre 10% a 30% dependendo do sistema de tratamento de água cinza adotado), ainda será possível reusar 15,78 m³/dia.

Desta forma, este volume anual chegará a 5680 m³/ano (15,78m³/d x 30 dias x 12 meses = 5680 m³/ ano). O consumo anual será equivalente ao consumo de 30 famílias como o mesmo consumo per capita do apartamento.

Se considerar que este volume economizado ao longo do ano corresponde a água com maior preço de mercado, o de R\$ 6,54, totalizando R\$ 37.147,20 e lembrando

que a taxa de esgoto é cobrada em 90% da fatura de água, correspondendo à R\$ 33.432,48. Ou seja um total de R\$ 70.579,20 que podem ser economizados e serem destinados à outras necessidades do condomínio como uma reforma ou pintura da edificação. De acordo com a Tabela 18 estima-se que o investimento inicial para a implantação do sistema alternativo de tratamento de água cinzas (ETAR) mais a construção do reservatório seja de R\$98.000,00 se dividir este valor ao valor da economia mensal (R\$ 5881,63) serão necessários apenas 01 ano e 05 meses para recuperar o valor investido.

Tabela 18 Quadro resumo do custo do sistema e tempo de retorno.

5.680 m ³ /ano x R\$ 6,54 = R\$ 37.147,2
+ 90% esgoto = R\$ 33.432,48
Total/ ano = R\$ 70.579,2
Custo estimado do sistema + reservatório = R\$ 98.000,00
Tempo de retorno do investimento: 1 ano e 5 meses

Na Figura 37 apresenta-se uma vista panorâmica da área de lazer e pátio do condomínio, onde é possível observar, a proposta de localização do reservatório contém a água cinza de lavadeira já tratada e seus ramais destinados à irrigação da área de jardim e a limpeza da área comum.

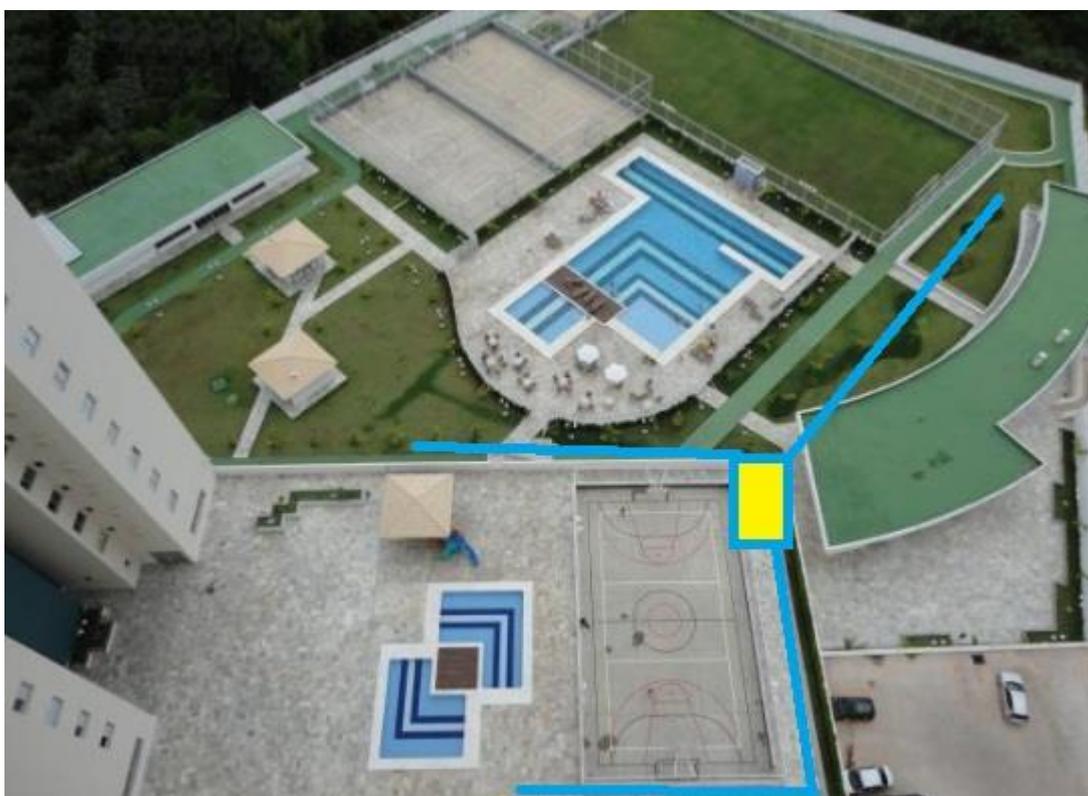


Figura 37 Localização do possível reservatório (em amarelo) para irrigação do jardim e limpeza do pátio e área de lazer.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um programa de conservação e uso da água varia conforme a tipologia da edificação, sendo exclusivo para cada caso. Sua viabilidade técnica e econômica pode ser muitas vezes limitada pelo momento no qual se opta por implantá-lo, por exemplo, em um edifício existente ou em uma nova edificação.

Em relação ao questionário aplicado, poderia ter sido obtido maior número de respostas se houvesse comunicação contínua e mais efetiva com os moradores. Essa é uma dificuldade própria dos administradores do condomínio em organizar assembleias para discutir até mesmo outros assuntos de maior relevância

A solução proposta pode gerar a economia de 5680m³ por ano, se compatibilizadas a coleta e o tratamento da água de reúso da lavanderia e tanque de lavar roupas com a irrigação do jardim e limpeza do pátio.

Percebeu-se que para cada edificação um tipo de solução é mais adequado que outro, a análise técnica e econômica é específica para cada caso. A exemplo desta solução proposta para esta edificação pode não ser adequada pra outra, devido as suas características físicas e sociais.

A implantação de um Programa de Conservação da Água PCA em uma edificação exigirá muitas vezes manutenção dos sistema. Essas manutenções devem ser periódicas e podem ser diárias, semanais ou mensais. O controle da qualidade dos serviços prestados é fundamental para continuidade dos serviços, ora um serviço que não cumpre o seu objetivo torna-se desnecessário. Uma sugestão para que se garanta a viabilidade das manutenções periódicas é a contratação de empresa que seja capaz de realizar a limpeza da piscina junto com a manutenção da Estação de tratamento de água cinza (ETAC)

Foi diagnosticado, que o sistema de reúso já é de conhecimento das construtoras, porém, estas possuem a visão que a implantação deste sistema implica em um acréscimo no custo geral da obra, o que provocaria uma perda de vendas, já que

considera que as maiorias dos clientes consideram outros fatores na hora de decidir pela compra do apartamento. Segundo a visão das construtoras a última análise do ponto de vista do cliente seria o fator ambiental. E por este motivo, não teria investido antes. Considerando que os estudos anteriores mostram que este sistema teria um alto custo de investimento.

Entretanto, os estudos mostraram que é possível conseguir uma taxa condominial inferior quando implantado o PCA na edificação. Isto propõe uma inversão de ponto de vista. Proporcionando uma Vantagem Competitiva, nas vendas e aumentando a vendas para os Clientes que pensam no longo prazo.

Em relação a conta de água, se for analisado individualmente a redução e a economia na conta de água individual. Acaba sendo pouco relevante, Porém, se for analisada de uma forma geral, considerando o condomínio como um todo. A implantação de um PCA possibilita uma economia anual de R\$ 70.579,20 (setenta mil e quinhentos e setenta e nove reais) anualmente, ou seja, uma quantia relevante que pode ser utilizada para atender outras demandas dos moradores, melhorando sem sombra de dúvida a qualidade de vida dos moradores, colaborando com o meio ambiente e aliviando os sistemas de abastecimento do município.

Um estudo mais aprofundado sobre o consumo de água nas habitações, através de medidores ultrassônicos, com o registro do consumo a cada minuto. Pode oferecer informações valiosas, antes desconhecidas sobre o comportamento em geral da população. Assim evitar problemas operacionais, super e sub dimensionamentos.

Uso da Água de Reúso em Condomínios.

Utilizando os mesmos conceitos e normas para a implantação de um sistema de tratamento de esgoto independente de um loteamento. O sistema de reúso de água deve ser construído pelo empreendedor que deve arcar com todas as despesas.

A Empresa de abastecimento de água e Esgoto pode operar o sistema de reúso, ou delegar a operação à uma empresa terceirizada.

Esta proposta está baseada de acordo com a lei complementar 231/2011 (Lei de uso do solo e ocupação). Desta forma, deve-se criar uma política de incentivo da

implantação de sistemas de reúso em condomínios. A companhia deve oferecer descontos na conta de água e esgoto pelo uso do sistema. Este desconto poderá ser proporcional a economia pelo não consumo de água tratada que deverá ser o dobro. Visto tal atividade reduz a pressão de uso na rede pública. Possibilitando o uso mais adequado da água. Reduz o consumo de água e reduz o tratamento de esgoto.

A manifestação da sociedade, do público leigo mostra o anseio pelo uso desta tecnologia, reúso. A forma urbanizada de se viver não impede o uso sustentável. O que falta são mecanismos para incentivar o seu aperfeiçoamento e uso.

Atualmente não existe normatização do para o reúso de água em edificações. Existe para o Aproveitamento da água de Chuva, porém, também o seu uso ainda encontra-se quase as mesmas barreiras do reúso.

8 BIBLIOGRAFIA

¹GONÇALVES, R. F.; et al; Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água/Ricardo Gonçalves (coordenador Projeto PROSAB); Rio de Janeiro; ABES; 352p.; 2009.

²SILVA, G. C. O.; Qualidade da Água de Chuva no Município de Cuiabá e Seu Potencial para o Aproveitamento em Usos Não Potáveis nas Edificações; Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos); UFMT; Cuiabá; 2010.

³DE PAES, R. P.; Avaliação da Viabilidade de Reúso De Água Residencial e as Reações Comportamentais Dos Usuários; 75p; Monografia; UFMT; Cuiabá; 2008.

⁴ONU – Organização Mundial das Nações Unidas. Pela primeira vez, população urbana supera a rural no mundo. Disponível em: <http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/detail/155399.html>. Acesso em: maio de 2007.

⁵IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico do Brasil de 1997. Rio de Janeiro: v. 57, 1998.

⁶OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Metodologia para a implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

⁷IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário estatístico do Brasil de 1997. Rio de Janeiro: v. 57, 1998.

⁸BRASIL. Presidência da República da Casa Civil. Lei 9433/97 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM

⁹ANA; Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultados por estado/ Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010. V2. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>

¹⁰PMC, PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ. Dados gerais, www.cuiaba.mt.gov.br acesso em 20 de julho de 2013.

¹¹IPDU, INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO. Perfil socioeconômico de Cuiabá, volume IV, Cuiabá, 2010. http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/perfil_socioeconomico_de_cuiaba_Vol_I_V.pdf . Seção V – Aspectos Urbanos. Capítulo 16- Construções. Página 227; 2009.

¹²FIESP- Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Conservação e Reúso da Água – Manual de Orientações para o Setor Industrial – vol. 1, FIESP/ANA/MMA. São Paulo, s/d.

¹³ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15227 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: elaboração. Rio de Janeiro, 2007.

¹⁴ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15227 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: elaboração. Rio de Janeiro, 2007.

¹⁵GHISI, RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E.; *Comparison of methods for rainwater tank sizing*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011. ISSN 1678-8621 © 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Todos os direitos reservados

¹⁶Schiller e Latham (1982a) apud Coelho Filho (2005)

¹⁷PALMIER, L. R. Técnicas de captação de água de chuva: definição, causas de falhas e perspectivas. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003, Curitiba, Brasil. Anais... Curitiba: ABRH,2003.

¹⁸HESPANHOL; i., MIERZWA; J. C., Artigo: Programa para gerenciamento de águas nas indústrias, visando ao uso racional e à reutilização. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 4, abr./jun.1999.

¹⁹MANCUSO, C. S.; Reúso de água; Universidade de São Paulo. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; Editora Manole Ltda, 2003.

²⁰ FIORIN, J. V. Reutilização Das Águas Cinzas E Pluviais Em Edificações

Residenciais – Estudo De Caso: Edifício São Paulo, Ijuí, RS.68p. TCC – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. UNIJUÍ. 2005.

²¹KIRBY, R.S. et al. (1956). *Engineering in history*. New York. McGraw-Hill

²²MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I., SILVA, M. D., & RODRIGUES, L. B. (2007). Águas Pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, 4, 29-37. Disponível em: http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/Cisternas0/ArtigNotc/_www.abrh.org.br_rega_REGA_v4_n1.pdf

²³FIESP; SINDUSCON/SP; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); COMASP. *Conservação e Reúso da água em Edificações*. São Paulo: Prol Editora, 2005.

²⁴SILVA, E. A.; *Gestão de Efluente Líquido: Uma Proposta Para Reúso de Água em Cuiabá-MT*; Cuiabá; MT; 43p. Especialização- Universidade Federal De Mato Grosso – UFMT; 2012.

²⁵SAUTCHUK, C. *Formulação De Diretrizes para Implantação De Programa de Conservação de Água Em Edificações*. 332p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

²⁶WHITE, R. H.; ENGELKE, M. C.; ANDERSON, S. J.; RUEMMELE, B. A.; MARCUM, K. B.; TAYLOR, G. R., *Zoysiagrass Water Relations*. *Crop Science*. Griffin, v.41, p. 133-138, 2001.

²⁷CARROW, R. N. Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast: root-shoot responses. *Crop Science*, Griffin, v. 36, n1, p. 687-694, 1996.

²⁸GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: GONÇALVES, R. F. (coord.). *Uso Racional da Água em Edificações*, Rio de Janeiro: ABES, 2006. P. 1-28. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Uso%20%C3%81gua%20-%20final.pdf>