

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

**Diagnóstico e potencial de aproveitamento de água  
em clínica veterinária**

**Marco Aurélio da Silva Mendes  
Marcos Takeo Konaga  
Rafael Silva Pinto**

GOIÂNIA  
DEZEMBRO/2016

Marco Aurélio da Silva Mendes

Marcos Takeo Konaga

Rafael Silva Pinto

## **Diagnóstico e potencial de aproveitamento de água em clínica veterinária**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás, como requisito para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Orientadora: Profa. Dra. Karla Alcione da Silva Cruvinel

GOIÂNIA

DEZEMBRO/2016

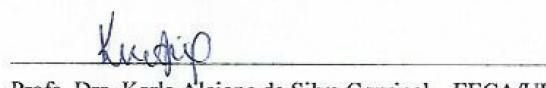
MARCO AURÉLIO DA SILVA MENDES  
MARCOS TAKEO KONAGA  
RAFAEL SILVA PINTO

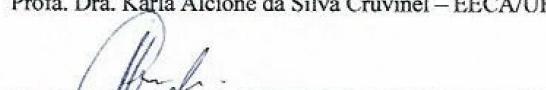
Diagnóstico e potencial de aproveitamento de água em clínica veterinária

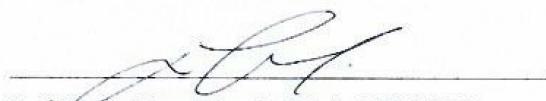
Monografia apresentada ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Goiás, como requisito para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Aprovado em: 12/12/2016

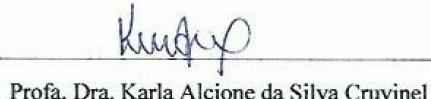
Banca examinadora:

  
Prof. Dra. Karla Alcione da Silva Cruvinel – EECA/UFG (Orientadora)

  
Prof. Dr. Humberto Carlos Ruggeri Júnior – EECA/UFG

  
Prof. Dr. Emiliano Lôbo de Godoi – EECA/UFG

Atesto que as revisões solicitadas foram feitas:

  
Prof. Dra. Karla Alcione da Silva Cruvinel

Em: 16/12/2016

## RESUMO

O conhecimento acerca do conceito de uso racional e conservação de água influencia diretamente no desenvolvimento de estratégias para reduzir os desperdícios e a demanda de água pelos agentes consumidores. Com relação as edificações, um exemplo que se pode citar de um potencial consumidor desse recurso são as clínicas veterinárias, objeto de estudo neste trabalho. Neste empreendimento o uso da água é distribuído nos setores de banho e tosa, limpeza de consultórios, salas de cirurgia, irrigação de jardins, além do consumo ligado a higiene pessoal dos funcionários. Há um gasto médio mensal de 52,33 m<sup>3</sup>, com um ICc (Indicador de Consumo da Clínica) de 47,53 L/animal.dia, onde relaciona o volume de água faturado com o número de animais atendidos. Assim a partir desse estudo e adoção das medidas propostas, haverá uma redução de 7,8% das perdas, somente através da reparação de vazamentos nas bacias sanitárias e no alimentador predial. Desta forma haverá uma redução do valor mensal pago de tarifas, em consequência a diminuição dos custos para o empreendedor.

**Palavras-chave:** Clínica veterinária, Conservação de Água, Indicador de Consumo.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 3.1 – Distribuição da Água Doce Superficial no Mundo .....	16
Figura 3.2 – Variação da captação, do consumo e desperdício de água, a nível global, relativamente à agricultura, uso doméstico, indústria e reservas de água .....	19
Figura 3.3 – Configuração da escassez de água no mundo .....	20
Figura 3.4 – Sistema de gestão da demanda e oferta de água .....	24
Figura 3.5 – Redução da demanda de água com as intervenções realizadas no PURA .....	27
Figura 3.6 – Fluxograma de um sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de água da chuva .....	30
Figura 5.1 – Layout da clínica veterinária .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Distribuição hídrica de alguns estados por região no Brasil .....	16
Tabela 3.2 – Consumo médio per capita por região no Brasil .....	17
Tabela 3.3 – Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis .....	31
Tabela 4.1 – Modelo de questionário e pontuações atribuídas para obtenção do IU .....	37
Tabela 4.2 – Fator atribuído a cada setor da clínica usado para o cálculo dos pontos obtidos .....	39
Tabela 4.3 – Precipitação média em Goiânia – INMET, Normal Climatológica (1961 – 1990) .....	42
Tabela 5.1 – Pontos de consumo de água na edificação .....	47
Tabela 5.2 – Vazões nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização .....	47
Tabela 5.3 – Vazões dos pontos de consumo e seus respectivos atendimentos à NBR 5626/98 .....	48
Tabela 5.4 – Economia prevista baseada em estudos de caso .....	50
Tabela 5.5 – Cálculo do IC geral da Clínica .....	53
Tabela 5.6 – Cálculo do IC do setor de banho/tosa .....	54
Tabela 5.7 – Dimensionamento do volume do reservatório para demanda de 5,23 m <sup>3</sup> /mês .....	60
Tabela 5.8 – Orçamento para aquisição de equipamentos para um sistema de aproveitamento de água de chuva de 10m <sup>3</sup> a partir do comércio .....	61
Tabela 5.9 – Orçamento para aquisição de equipamentos para um sistema de aproveitamento de água de chuva de 5m <sup>3</sup> a partir do comércio .....	62

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 4.1 – Classificação dos valores do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água (IU) .....	40
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	– Agência Nacional das Águas
CF	– Constituição Federal
CUASO	– Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira
DNAEE	– Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EPUSP	– Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FIESP	– Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIRJAN	– Federação das Indústria do Estado do Rio de Janeiro
FUNASA	– Fundação Nacional da Saúde
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	– Instituto Nacional de Meteorologia
IPT	– Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LSP/PPC	– Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil
NBR	– Norma Brasileira de Regulação
NBRI	– National Building Research Institute
ONU	– Organização das Nações Unidas
PCA	– Programa de Conservação de Água
PCRA	– Programa de Conservação e Reúso
PGUAE	– Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações
PNCDA	– Programa Nacional de Combate ao Desperdício
PURA	– Programa de Uso Racional de Água
SABESP	– Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo
SANEAGO	– Saneamento de Goiás S/A
SEBRAE	– Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UN	– United Nations
UNESCO	– Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura
UNIFEB	– Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos
USP	– Universidade de São Paulo
WWDR	– The United Nations World Water Development Report
WWF	– World Wildlife Fund

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

IC – Indicador de Consumo  
IP – Índice de perdas  
IU – Índice de percepção para o uso racional de água  
IV – Índice de vazamentos

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. OBJETIVO GERAL .....	14
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1. DISTRIBUIÇÃO HÍDRICA NO MUNDO e no BRASIL .....	15
3.2. CRISE HÍDRICA NO CENÁRIO INTERNACIONAL .....	17
3.3. CRISE HÍDRICA NO CENÁRIO NACIONAL .....	21
3.4. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA – CONCEITOS .....	22
3.5. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES .....	25
3.6. HISTÓRICO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA .....	26
3.7. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	29
3.7.1. Legislação pertinente .....	30
3.7.2. Clima e chuva na cidade de Goiânia – GO .....	31
4. METODOLOGIA .....	32
4.1. AUDITORIA DE CONSUMO .....	33
4.1.1. Avaliação Técnica Preliminar .....	33
4.1.2. Levantamento do sistema hidráulico predial .....	33
4.1.3. Consumo histórico e cálculo do indicador de consumo .....	34
4.1.4. Identificação da vazão dos equipamentos .....	35
4.1.5. Detecção dos vazamentos visíveis e não-visíveis .....	35
4.1.6. Índice de Percepção para o uso racional de água .....	37
4.1.7. Determinação da Viabilidade Financeira para a substituição dos equipamentos hidráulicos .....	40
4.2. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA NO EDIFÍCIO .....	41
4.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA .....	41
4.3.1. Dimensionamento do sistema de aproveitamento da água de chuva .....	41
4.3.2. Custo do sistema de aproveitamento da água de chuva .....	43
5. RESULTADOS .....	44
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	44
5.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	46
5.3. SETORIZAÇÃO DOS HIDRÔMETROS .....	46
5.4. EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS DA CLÍNICA .....	47
5.5. CONSUMO HISTÓRICO .....	51
5.6. INDICADOR DE CONSUMO (IC) .....	52

5.7. VAZAMENTOS VISÍVEIS E NÃO-VISÍVEIS .....	55
5.8. PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS PARA O USO RACIONAL .....	56
5.9. VIABILIDADE FINANCEIRA PARA A SUBSTITUIÇÃO DAS BACIAS SANITÁRIAS.....	57
5.10. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....	58
5.10.1. Volume do reservatório para os diferentes métodos estudados .....	59
5.10.2. Orçamento do sistema para o 1º Cenário.....	60
5.10.2.1. Cálculo do Payback do reservatório do 1º Cenário.....	61
5.10.3. Sistema de aproveitamento de água de chuva do 2º Cenário.....	61
5.10.4. Análise da viabilidade econômica do sistema para reservatório de 10m <sup>3</sup> e 5m <sup>3</sup> .....	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	63
REFERÊNCIAS .....	65
ANEXO 1.....	68

## 1. INTRODUÇÃO

Pensar sobre a importância da água no cenário atual para manutenção da vida no planeta é parte do senso comum, pois falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais.

Considerando o planeta Terra em relação à distribuição hídrica, o Brasil é um país privilegiado com aproximadamente 14% das águas doces existentes. Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos têm relevante papel ecológico, econômico, estratégico e social. Entretanto, enfrentam sérios problemas de diagnóstico, avaliação estratégica e gestão de seus recursos hídricos culminando em perdas destes recursos (BICUDO *et al.*, 2010)

Estudos preveem um aumento de 400% da demanda global de água pela indústria manufatureira entre 2000 e 2050, afetando então, todos os outros setores, com a maior parte desse aumento ocorrendo em economias emergentes e em países em desenvolvimento. Grandes corporações têm feito progressos consideráveis na avaliação e redução do próprio consumo de água. Os empreendimentos de pequeno e médio porte enfrentam problemas semelhantes em menor escala, mas com meios e capacidade de aplicação de capital mais limitado (UNESCO, 2015).

O investimento apenas na oferta de água, na procura de fontes de abastecimento cada vez mais distantes para tentar suprir o aumento da demanda populacional, não será suficiente para resolver o déficit de abastecimento desse insumo (YWASHIMA, 2005). Ao invés disso, o investimento para a adoção de medidas para conscientização das pessoas com relação ao uso e substituição de equipamentos utilizadores de água antigos, para outros mais eficientes, que automaticamente gastarão menos água, seriam algumas das medidas mais eficazes.

Em linha com esta tendência, várias instituições no país, através de programas e normas regulamentadoras, vêm adotando ações com o objetivo de reduzir consumo de água. No Brasil, o Plano de Conservação e Reúso de Água (PCRA), desenvolvido pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro (SEBRAE-RJ) proporcionam de maneira prática e direta as orientações básicas para a prática de conservação e reúso de água em qualquer tipo de indústria (FIRJAN, 2006).

A elaboração e implementação de PCRAs na indústria pode resultar em benefícios significantes em termos econômicos, ambientais e de imagem da empresa. Uma vez implantado o plano, deve ser estabelecido um comitê coordenador para acompanhar e fazer as adaptações necessárias. Contudo, a participação de equipes devidamente capacitadas é o fator decisivo para o sucesso de programas de conservação de água (FIRJAN, 2006).

De acordo com Nunes (2006), a questão da escassez de água é ocasionada por diversos fatores como mudanças climáticas, esgotamento dos recursos, má administração devido ao consumo excessivo e desperdício de água. Tendo conhecimento disto é possível perceber a necessidade de empregar medidas para mitigar os problemas relacionados a escassez, além de difundir boas práticas que podem ser tomadas pelos agentes consumidores, objetivando um uso consciente da água.

Observando o cenário mundial da água, percebe-se a importância de serem desenvolvidos e implantados planos de ação voltados para a Conservação de Água. Essas ações podem ser implementadas em diversos níveis, desde ações macro, meso, de âmbito nacional, estadual e municipal, até ações em nível micro considerando as edificações em seus diferentes tipos (SAUTCHUK, 2004).

Neste contexto, justifica-se o presente trabalho diante da necessidade de se difundir o conceito de uso racional e conservação de água para diminuir a demanda de água pelos agentes consumidores, e a adoção de medidas de economia no uso da água, associados ao uso racional, tem sido boas estratégias para atingir tais objetivos. O desenvolvimento de estratégias que otimizem o uso da água contribui para diminuição do volume de água captada dos mananciais, reduzindo o lançamento de águas residuárias nos corpos receptores, além de reduzir as tarifas cobradas pela água provinda das companhias de abastecimento.

O uso racional da água utilizada em empresas e indústrias se tornou um diferencial competitivo para as empresas modernas, visando o marketing sustentável deixando de lado a ideia puramente econômica. Muitas vezes a disponibilidade hídrica também é o fator determinante na decisão de investimento em novas instalações e equipamentos. Para estabelecer garantia de sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, programas que buscam utilizar melhor a água em empresas de forma a reduzir custos e preservar o recurso hídrico tornam-se necessários. As soluções para diminuir o consumo de água são compostas de diversas ferramentas, como diagnóstico da situação, detecção e contenção de

aberturas de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por economizadores de água, metodologias para reaproveitamento da água e educação ambiental (SABESP, 2009).

Aplicar um Programa de Uso Racional de Água em uma clínica veterinária é importante devido aos grandes volumes de água gastos com banho e tosa, limpeza de consultórios, salas de cirurgia, banheiros e outros setores, irrigação de jardins, além do consumo ligado a higiene pessoal dos funcionários. Para o empreendimento é de fundamental importância a aplicação de um programa deste tipo, visto que após realizadas as intervenções, serão reduzidas as perdas de água por equipamentos em más condições e pelo uso inconsciente por parte dos funcionários, reduzindo o valor pago pela tarifa de água e esgoto.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Realizar um diagnóstico de consumo, bem como indicar medidas potenciais para conservação de água em uma clínica veterinária.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar o indicador de consumo;
- Levantar índice de perdas de água no empreendimento;
- Identificar o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água (IU);
- Avaliar o potencial de aproveitamento de água de chuva para a clínica em estudo utilizando diferentes métodos disponíveis na NBR 15.527 (ABNT, 2007);
- Determinação do Payback para a possível implantação de um sistema de aproveitamento de chuva.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. DISTRIBUIÇÃO HÍDRICA NO MUNDO E NO BRASIL

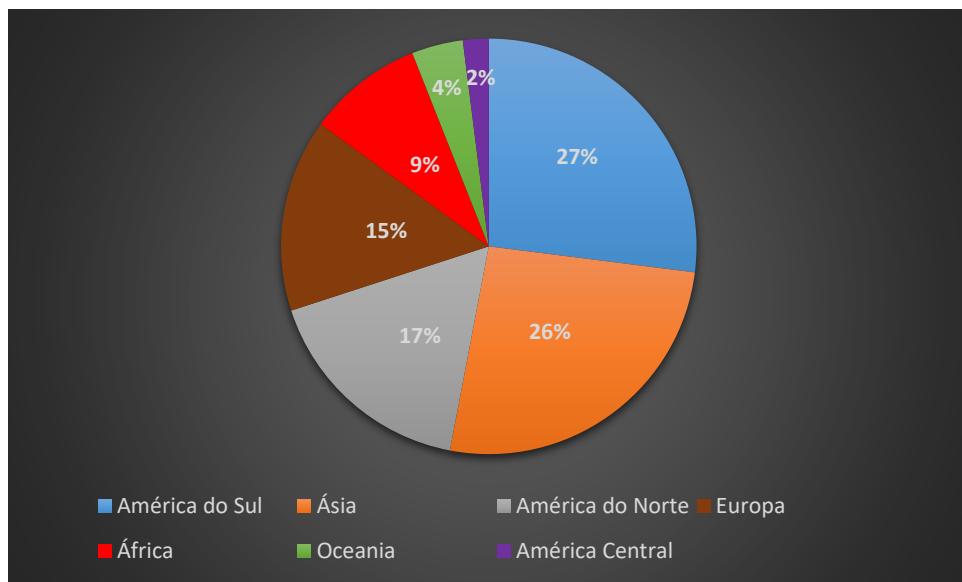
O recurso atualmente no mundo que está mais ligado ao desenvolvimento de qualquer país é a água. Esse insumo influencia diversos setores como urbano, agrícola e industrial. A grande preocupação consiste no aumento gradativo da sua demanda per capita relacionado à diminuição da disponibilidade existente, visto que a poluição dos mananciais tem se tornado comum principalmente nas grandes metrópoles. A escassez de água não pode mais ser considerada como um fator somente de regiões secas ou com índices pluviométricos baixos. Há também áreas com recursos hídricos com abundância, mas que não conseguem atender as demandas que são excessivamente altas e isso afeta o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da população (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Lopes (2009), afirma que apesar da quantidade de água se manter a mesma no planeta, a sua concentração em determinadas regiões associada a existência de fronteiras políticas, onde envolvem inúmeras discussões a respeito de direitos de propriedade, resulta na escassez em diferentes localidades, seja em países distintos ou até mesmo em regiões distintas, dentro dessas mesmas nações.

Analizando o contexto mundial, Victorino (2007) justifica que o problema da escassez consiste no aumento da população, principalmente nos países subdesenvolvidos. Isso ocasionará o crescimento do número de fábricas, em consequência a geração de uma maior necessidade de água, provavelmente mais desperdício e maior demanda para irrigação na agricultura.

Na Figura 3.1 é possível perceber como a água doce está distribuída de forma desigual em todo o planeta. A partir da divisão das regiões em continentes observa-se essa heterogeneidade.

Figura 3.1 - Distribuição da Água Doce Superficial no Mundo



Fonte: Adaptado de Victorino (2007)

A problemática da água começa a adquirir uma situação crítica ao passo que o futuro se torna incerto pela forma de sua utilização, distribuição, aproveitamento e retorno à natureza. A questão em si não é a falta de água para abastecer a população do planeta e sim a sua distribuição espacial inadequada, associado ao seu tipo de gestão (VICTORINO, 2007).

O Brasil, mesmo considerado um país privilegiado com relação a sua quantidade de água, apresenta uma distribuição heterogênea dentro de seu território. Isso pode ser observado na Tabela 3.1, que demonstra a disponibilidade hídrica de alguns estados brasileiros.

Tabela 3.1 – Distribuição hídrica de alguns estados por região no Brasil

Roraima	1.148.535 m <sup>3</sup> /hab/ano
Amazonas	605.606 m <sup>3</sup> /hab/ano
Amapá	411.901 m <sup>3</sup> /hab/ano
Mato Grosso	209.075 m <sup>3</sup> /hab/ano
Bahia	2.747 m <sup>3</sup> /hab/ano
São Paulo	2.486 m <sup>3</sup> /hab/ano
Ceará	2.090 m <sup>3</sup> /hab/ano
Pernambuco	1.188 m <sup>3</sup> /hab/ano
Brasil	34.000 m <sup>3</sup> /hab/ano*

Fonte: Rebouças (2003)

De modo geral quanto maior o desenvolvimento econômico, maior é o consumo per capita da região. Isso pode ser observado na Tabela 3.2, que relaciona o consumo por habitante em cada região do Brasil.

Há também outros aspectos que influenciam nesse consumo como as condições climáticas da região, hábitos e nível de vida da população, tipo de atividade econômica, tipo de medição de água, a pressão da rede, a existência de rede de esgoto e o preço da água (TSUTIYA, 2006).

Tabela 3.2 - Consumo médio per capita por região no Brasil

REGIÃO	CONSUMO MÉDIO DE ÁGUA (L/hab.dia)
<b>NORTE</b>	111,7
<b>NORDESTE</b>	107,3
<b>SUDESTE</b>	147,0
<b>CENTRO-OESTE</b>	133,6
<b>SUL</b>	124,6
<b>BRASIL</b>	141,0

Fonte: Adaptado de Nunes (2006)

A partir dos valores apresentados na Tabela 3.2, relacionando a disponibilidade hídrica com o consumo per capita, verifica que a região Sudeste que possui uma das menores quantidades de água em comparação com outras regiões do país, tem o maior consumo médio. Segundo Nunes (2006), isso reflete seu tipo e nível de desenvolvimento econômico maior que as demais regiões. Essa situação ocorre de forma contrária na região Norte. A região Nordeste demonstra uma escassez desse recurso, isso corrobora que a falta de água interfere na questão do desenvolvimento regional e humana, mas tendo em vista também as questões políticas envolvidas na gestão administrativa que interfere no avanço de qualquer cidade.

### 3.2. CRISE HÍDRICA NO CENÁRIO INTERNACIONAL

De acordo com o relatório de 2015 da United Nations (UN), as pesquisas projetam que em 2030 a população mundial pode chegar aos 8,5 milhões e em 2050 atingir um número próximo dos 10 milhões. No Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos estima-se que em 2050 terá um aumento do uso da água de 55% no mundo. Isso revela uma consequência clara de aumento do consumo material dos recursos naturais existentes no planeta. Um dos aspectos preocupantes que vêm interferindo fortemente a visão futura das entidades públicas é quanto ao consumo hídrico.

Segundo Victorino (2007), atualmente consome-se água mais do que a capacidade de reposição da natureza, sem contar com a degradação qualitativa da água que ainda continua

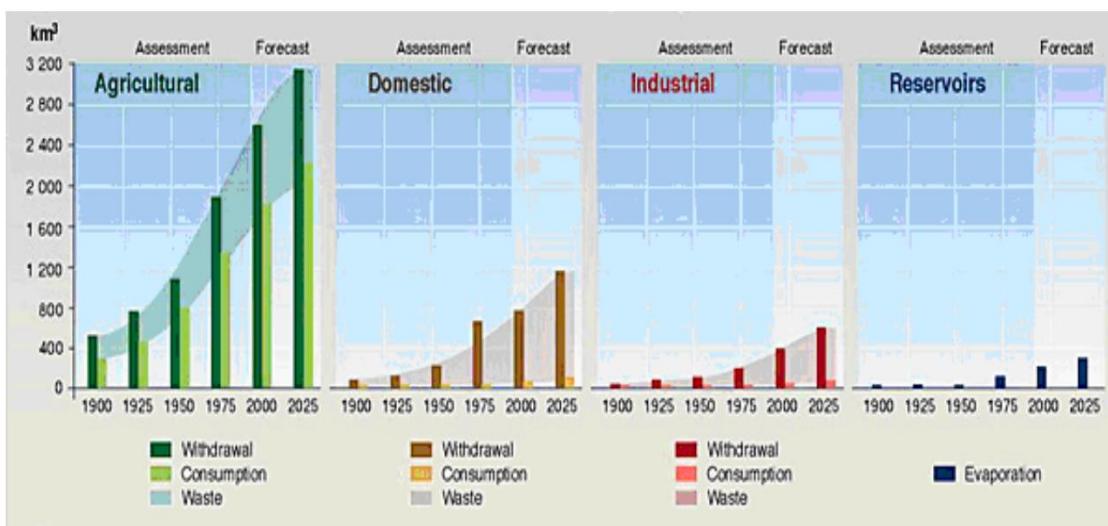
disponível, o que pode causar a escassez física. Os impactos são realidades atuais em que mais de 1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável e cerca de 25% de terras do planeta encontram-se desertas. O desperdício também é um fator contribuinte para o que se espera. Uma torneira mal fechada com gotejamento, desperdiça 46 litros do líquido por dia, e 1.380 litros por mês.

Entende-se que o consumo de água está diretamente ligado com o desenvolvimento econômico e crescimento da população. O crescimento populacional é diretamente proporcional à demanda hídrica e devido ao contínuo aumento da população mundial, pode-se inferir que a água não pode ser mais considerada como um recurso comum. À medida que aumenta o crescimento econômico e populacional, maior a degradação e torna-se inapropriado para fins de consumo (BARROS *et al.*, 2007).

Com a crescente demanda hídrica das indústrias, dos sistemas de geração de eletricidade, dos usuários domésticos e agrícolas, os lençóis freáticos estão se rebaixando. Cerca de 20% dos aquíferos do mundo inteiro estão sendo explorados de maneira abusiva, o que excede o necessário recomendado (WWDR, 2015).

Com o crescimento da demanda de água nos setores da agricultura, industrial e doméstico o desperdício torna-se maior, como mostrado na Figura 3.2. Pode-se analisar que tanto a captação (“Withdrawal” nos gráficos) como o consumo (“Consumption” nos gráficos) aumentam em todos os setores. Sendo assim, os desperdícios (“Waste” nos gráficos) elevados é justificado pois, o volume de água retirada não é consumido para o uso real das necessidades humanas. A linha de tendência mostra que no setor da agricultura, a captação de água aumenta em cinco vezes do que foi registrado em 1900. Não sendo diferente para outros setores, o volume destinado tanto para captação quanto para o consumo, aumenta significativamente, sem contar que o desperdício é bem alto. O último gráfico da Figura 3.2, mostra o volume perdido por evaporação da água nos reservatórios. Apesar da quantidade ser relativamente pequena diante às demandas, analisa-se que de 1950 para 1975 o volume dobrou. Para os anos seguintes, a taxa de crescimento de evaporação será ainda maior devido às questões como o agravamento do aquecimento global (NUNES *et al.*, 2009).

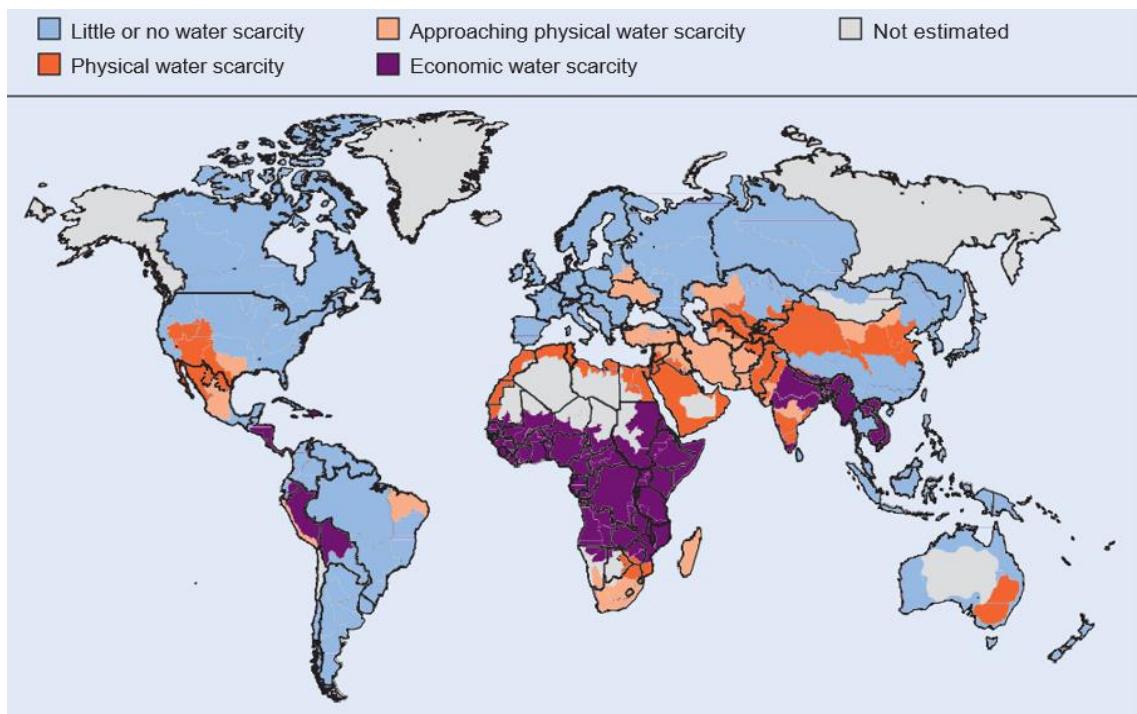
Figura 3.2 - Variação da captação, do consumo e desperdício de água, a nível global, relativamente à agricultura, uso doméstico, indústria e reservas de água



Fonte: United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (1999) apud NUNES *et al.*, (2009)

O resultado da colisão entre os fatores discutidos anteriormente faz com que o planeta chegue mais próximo ao colapso hídrico. A escassez de água não atinge mais apenas regiões áridas e semiáridas. Existem regiões que mesmo com abundância hídrica, experimentam situações de problemas com incapacidade de atender às grandes demandas ou insuficiência qualitativa para abastecimento público. Atualmente várias regiões do planeta passam por estresse hídrico. A projeção é de que o problema relacionado à quantidade de água potável disponível se estenda para uma área bem maior. A Figura 3.3, mostra que existe uma parte dos continentes que já vivenciam a escassez física e outra parte a escassez econômica (BARROS *et al.*, 2007).

Figura 3.3 - Configuração da escassez de água no mundo



Fonte: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (2007)

A distribuição hídrica é outro fator que contribui para agravar a crise hídrica. Não se dá a crise somente por fator de esgotamento total. Quando se esgota um recurso natural em um local, o que normalmente se faz é de buscar em outro território próximo, o que pode originar conflitos. É necessário que, para evitar esses problemas de acesso e privação, haja em todo o mundo, uma coerência dos princípios éticos que fundamentam as políticas aplicáveis a qualquer fase da situação do desenvolvimento econômico, situação geográfica ou em qualquer ocasião (SELBORNE, 2001).

Como exemplo de conflito pela água pode citar a Síria, que adotou medidas militares na fronteira com a Turquia para impedir que o país vizinho utilize suas reservas hídricas. Uma situação semelhante ocorreu na fronteira de Israel. No Sudeste Asiático, o Laos entrou em conflito com a Tailândia. Para represar o rio Mekong, a Tailândia tentou buscar recurso de Laos. Outro exemplo de conflito foi entre Egito e Uganda, que lutam pelo rio Nilo, sendo que o uso do rio Nilo como manancial para abastecimento do país todo seja a única opção (80% de toda a água em uso vem do rio Nilo), já que 97% do território se apresenta deserto. Bangladesh, Índia e Nepal estão em conflito pelo rio Ganges. Esses conflitos pelos recursos hídricos ocorrem e tendem a aumentar em vários cantos do planeta (VICTORINO, 2007).

Os Estados Unidos, país do primeiro mundo, não estão privados do problema relacionado à crise hídrica. Em várias cidades americanas, o processo de cavação de poços de água no Oeste

aumenta constantemente, causando, dessa forma, a redução do Rio Colorado, proporcionando a interrupção do curso d'água para o mar. A Arábia Saudita extrai sete bilhões de metros cúbicos por ano do subsolo que, se continuar no mesmo ritmo, o cálculo indica que em 2048 suas reservas estarão esgotadas. Aquíferos da capital do México são sugadas em grande quantidade de forma contínua causando o afundamento do solo e, por consequência, rachaduras e ondulações dos metrôs, edifícios, rodovias e monumentos. No Arizona, o Rio Cruz desapareceu devido ao consumo acima das capacidades das águas subterrâneas. Os estudos destes casos, mostram que de fato, a exploração acelerada provoca efeitos perigosos e trágicos. Trazem também efeitos relacionados à crise hídrica prejudicando não somente a população, assim também, possivelmente desaparecimento de espécies de fauna e flora (VICTORINO, 2007).

### **3.3. CRISE HÍDRICA NO CENÁRIO NACIONAL**

Em 1988, com a imposição e legalização de prerrogativas punitivas a quem não respeita os recursos naturais pela Constituição Federal, Capítulo VI, Do Meio Ambiente, Art. 225, foi reconhecido nacionalmente, a água como um recurso de bem precioso:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Em janeiro de 1997 foi estabelecida a Lei nº 9.433 (Brasil, 1997), que institui a Política Nacional do Recursos Hídricos onde é criado o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos. O Sistema de Gestão de Recursos Hídricos tem como objetivos, dá ordem quanto ao uso dos recursos hídricos a partir da gestão, julgamento de conflitos relacionados com os recursos hídricos, planejamento, regulamentação, controle do uso e recuperação. O Sistema de Gestão de Recursos hídricos estabelece que é necessário a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, para o usuário reconhecer o recurso como um bem material de valor econômico.

O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos de água e o efetivo exercícios dos direitos de acesso ao recurso no Brasil.

Apesar da grande abundância hídrica que o país revela ter, não se pode dizer que o Brasil está imune às questões de escassez ou crise hídrica. A agricultura, como um dos principais meios

de desenvolvimento nacional, é responsável por cerca de 65% do uso da água doce no Brasil (VICTORINO, 2007).

No Brasil, a questão da crise hídrica como um tema importante foi revelada somente quando percebeu a gravidade da situação hídrica, que tem comprometido o desempenho agrícola, o setor industrial, elétrico, de transportes, dentre outros. Sendo consequência da devastação e exploração do solo e do subsolo sem critérios, expansão demográfica, uso irracional dos recursos hídricos, fatores climáticos, poluição das fontes hídricas, dentre outros fatores. Assim, é notório que o livre uso da água no território brasileiro vem afetando a sua disponibilidade (BARROS *et al.*, 2007).

A Agência Nacional de Águas (ANA) vem contribuindo com ações que buscam gerenciamento dos recursos hídricos a partir de estudos, mecanismos e metodologias de monitoramento. No entanto, ainda é pouco a conscientização da população quanto ao valor da água. É necessário o país tomar duas ações, a primeira de efetivação da água como um bem econômico, de forma que possa ser gerenciada de acordo com o valor que os recursos realmente têm, e a segunda, investir em ações de conscientização, por meio educação ambiental demonstrando o verdadeiro valor da água potável e suas dificuldades para obtenção e tratamento. Por isso, programas de uso adequado e racional da água estão sendo utilizados cada vez mais no Brasil e pelo resto do mundo, como forma de solução da escassez (NUNES, 2006; MARQUES *et al.*, 2015).

### **3.4. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA – CONCEITOS**

De acordo com Sautchuk *et al.*, (2005), a Conservação da Água pode ser definida como práticas, técnicas e tecnologias que aprimoram a eficiência com relação ao uso da água, podendo também ser definida como qualquer ação que:

- Reduz a quantidade de água extraída pela fonte;
- Reduz o consumo de água;
- Reduz os desperdícios e as perdas de água;
- Aumenta a eficiência em relação ao uso da água;
- Aumenta a reciclagem e o reúso de água;

- Evita poluição da água.

Quando se trata de uso racional, estamos nos referindo em estruturar as intervenções que devem ser realizadas em uma edificação, de forma que seja possível reduzir o consumo através de ações obtidas pelo conhecimento do sistema, sempre garantindo a qualidade das atividades, porém com o mínimo de desperdício possível. O uso racional atua na demanda de água da edificação, ou seja, nas ações voltadas para a otimização do uso nos diversos pontos de consumo. A evolução do conceito de uso racional para conservação de água, consiste na associação da gestão da oferta e da demanda de água, de tal forma que usos menos nobres possam ser supridos com águas de qualidade inferior (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Um Programa de Conservação de Água consiste num conjunto de ações que devem ser implantadas, visando otimizar o consumo de água e consequentemente reduzir a quantidade de efluentes gerados, a partir da otimização do uso, que podem incluir fontes alternativas, de forma a não comprometer à saúde pública e os demais usos envolvidos (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Um Programa de Conservação de Água (PCA) apresenta dimensões de base ambiental, social e econômica. Implantar um PCA contribui para a preservação dos recursos hídricos, visto que reduzirá a quantidade de água a ser extraída pelas fontes. Aliado a questão social está o fato de que os PCAs contribuem para uma melhor distribuição dos recursos hídricos à população, por meio da redução das captações de água dos mananciais. Por fim, um PCA reduz os gastos incorridos com água, energia e produtos químicos utilizados nas fases de tratamento dessa água, além dos gastos com operação e manutenção das Estações de Tratamento (SAUTCHUK, 2004).

Os custos relacionados ao tratamento de águas residuárias são reduzidos proporcionalmente a redução do volume, além do fato de que a redução da geração de efluentes contribui em aliviar a carga orgânica nos corpos receptores e melhorar suas condições biológicas (SANTOS *et al.*, 2006).

Para a elaboração de um PCA é necessário analisar a demanda e a oferta de água na edificação, em função dos agentes consumidores e dos usos envolvidos, que são fatores bem específicos de cada edificação.

A metodologia para a implementação de um PCA, destacando a gestão da demanda de água em edificações já existentes, segundo Sautchuk (2004), está estruturada nas seguintes etapas:

- Auditoria e diagnóstico do consumo de água;
- Definição e execução do plano de intervenção;
- Implementação de um sistema de gestão de água.

De acordo com Barbosa (2013), uma das medidas a ser considerada em um PCA é a redução dos desperdícios, que pode ser realizado através da correção de vazamentos, redução de perdas, realização de campanhas de educação ambiental e uso consciente da água, e instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água.

Figura 3.4 - Sistema de gestão da demanda e oferta de água



Fonte: (SAUTCHUK *et al.*, 2005)

A Figura 3.4 apresenta as diferentes formas de se obter água (oferta), que pode ser proveniente de rio, manancial subterrâneo, rede pública de abastecimento, de alguma reserva de água pluvial ou até mesmo de efluentes tratados (água de reuso), sendo consideradas fontes alternativas de água, das quais se destacam a água cinza, água da chuva, água subterrânea e água mineral envasada, partindo do princípio que a fonte principal refere-se ao sistema público de abastecimento. Já em relação à demanda de água, está associada as atividades consumidoras realizadas na edificação, sendo, portanto, o foco de ação do uso racional da água (SAUTCHUK *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2006).

### **3.5. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES**

Para a implementação de um programa de uso racional de água, é preciso entender a distribuição do uso da água que varia entre tipologias de edificações, atividades consumidoras e usuários envolvidos. Assim, o detalhamento do programa será diferenciado para cada caso (SAUTCHUK, 2004).

A exemplo disso, se em uma clínica veterinária, as atividades que mais consomem água forem os banhos em animais, limpeza de consultórios, lavagem de pisos, sala de cirurgia e demais equipamentos, as intervenções deverão ser planejadas com foco nestas atividades.

Desta forma, ao se implementar um programa que visa o uso racional da água, o diagnóstico do consumo de um edifício é uma das ferramentas mais importantes para obtenção de resultados efetivos. Dentro dos aspectos de um diagnóstico de consumo tem-se a caracterização física do edifício, a observação dos hábitos dos usuários, e a identificação das atividades de maior consumo de água, de modo a contribuir para o melhor planejamento das ações de intervenção visando o uso racional (NUNES, 2006).

Em edificações residenciais, as maiores atividades de consumo são de limpeza e higiene. Para aqueles que fazem uso externo de água, são irrigação de jardim, lavagem de veículos, piscinas, entre outros (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

Nas edificações públicas, o uso da água assemelha-se ao das edificações comerciais, concentrando-se em áreas de higiene e limpeza. Para a implantação eficiente de um programa em uma indústria, é necessário levar em conta os aspectos legais, institucionais, técnicos e econômicos, sendo assim, mais complexo o estudo de caso (SAUTCHUK *et al.*, 2005; FIRJAN, 2006).

Segundo Nunes (2006), nas edificações, os desperdícios existentes são provocados, em sua grande maioria, por vazamentos nos sistemas hidráulicos e nas peças sanitárias. A causa disso é decorrente de concepções inadequadas de projeto, da falta de manutenção do sistema e maus hábitos dos usuários.

A possibilidade de implementação de um programa está diretamente ligada à disponibilidade da edificação para determinadas ações tecnológicas de intervenção. Sendo assim, em uma edificação existente, algumas inviabilizações de intervenção tecnológica podem acontecer devido a imposição da própria edificação, como, por exemplo, falta de espaço para um novo

sistema de reserva de água. Já no caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais, deve visar uma maior otimização do consumo e ampliar a facilidade de gestão de consumo (SAUTCHUK *et al.*, 2005).

### **3.6. HISTÓRICO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA**

Os grandes desperdícios de água, têm preocupado os pesquisadores, de tal forma que vários estudos sobre uso racional em edificações vêm sendo desenvolvidos, com o intuito de identificar ações de conservação de água que possam minimizar o consumo.

No final da década de 1980 foram desenvolvidos vários Programas de Conservação de Água no âmbito mundial. Países como a África do Sul, Japão, México e os Estados Unidos tomaram ações relativas ao uso da água, sendo que na África do Sul, o National Building Research Institute (NBRI) realizou vários estudos de caracterização de aparelhos sanitários em função de parâmetros como vazão e volume e descarga. No Japão, as ações tomadas foram o desenvolvimento de novas tecnologias economizadoras de água, além de instruir a população sobre a importância e necessidade de se conservar água. No México, as principais atuações foram no sistema público de abastecimento, modificando os critérios de uso e distribuição, objetivando como um todo a racionalização de água nestes processos (BARRETO, 1998).

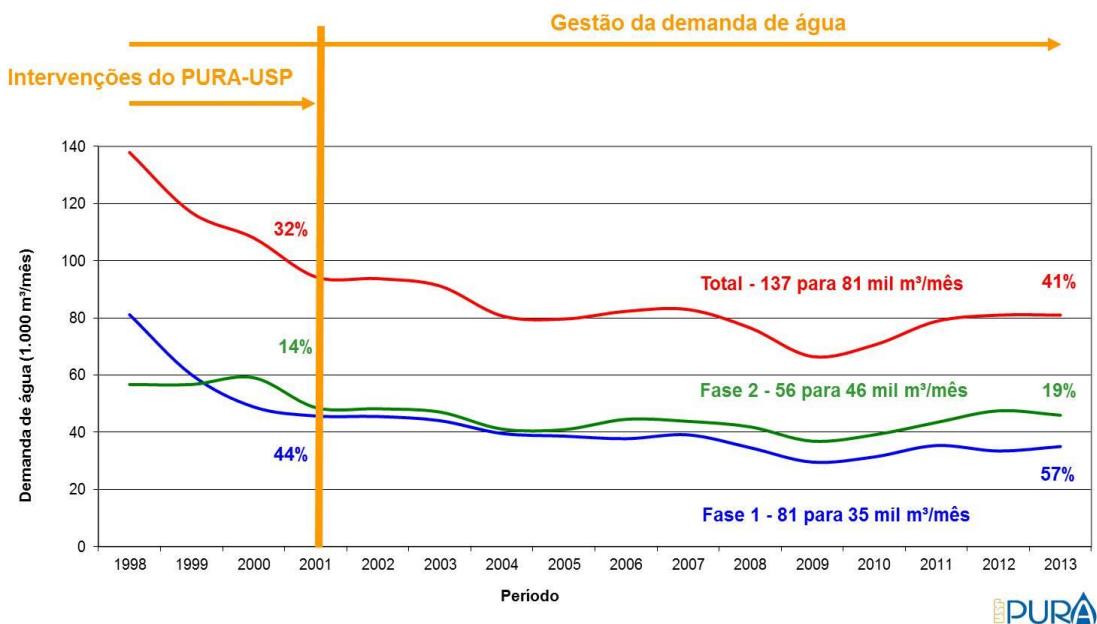
Neste contexto, é importante destacar a grave crise no abastecimento de água que enfrentou a cidade de New York na década de 80, que passou por duas secas, sendo uma entre 1981 e 1985, e a segunda em 1989, com o nível de seus reservatórios caindo drasticamente, enquanto que o consumo aumentava sem controle. A cidade, diante desta situação, precisava agir de maneira rápida, e tinha as seguintes opções: a primeira seria buscar água de longas distâncias, onde seria necessária a construção de novas redes de tubulações de água e de estações de tratamento de esgoto, e a segunda opção seria reduzir os desperdícios, através da correção de vazamentos e promovendo a educação da população quanto ao uso eficiente da água. Albert Appleton, que comandava o departamento de proteção ambiental neste período, foi o responsável pela decisão, que inicialmente foi a de atacar os desperdícios. As principais medidas realizadas foram os reparos nas tubulações com o intuito de corrigir vazamentos, o incentivo aos moradores pela adoção de equipamentos economizadores e a educação ambiental promovida nas escolas. Atualmente, com cerca de um milhão de habitantes a mais que na década de 90, a cidade de New York consome um terço do volume de água consumido há 25 anos atrás (THE NEW YORK TIMES 1991).

A Austrália, entre 2000 e 2010, viveu a chamada “seca do milênio”, que foi uma séria crise hídrica vivida pelo país. Como medidas de solucionar o problema de abastecimento, o governo promoveu treinamentos a população e recomendou que os banhos durassem no máximo 4 minutos, e para o auxílio em relação ao tempo de banho, foram distribuídas a população ampulhetas com o tempo máximo de banho. Outra alternativa de contornar a situação vivida pelo país foi o incentivo financeiro para a instalação de sistemas de aproveitamento de água de chuva (FIRJAN 2015).

No Brasil, no ano de 1996 foi criado o “Programa de Uso Racional de Água” – PURA, que surgiu através de uma parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, o Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil – LSP/PCC, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. O Programa tinha como objetivo inicial reduzir o consumo de água no *campus* da USP, através da verificação dos sistemas prediais hidráulico sanitários e promover uso racional (PURA-USP, 2016).

O Programa de Uso Racional de Água (PURA) realizado no *campus* da Universidade de São Paulo – USP, obteve de 1998 a 2013, uma redução no consumo de água de 41%, passando de 137.881 m<sup>3</sup>/mês para 81.005 m<sup>3</sup>/mês (PURA-USP, 2016).

Figura 3.5 - Redução da demanda de água com as intervenções realizadas no PURA-USP



Fonte: PURA-USP (2016)

A Figura 3.5 representa a redução da demanda de água após as intervenções do PURA-USP. Este programa foi aplicado em fases, considerando o potencial de redução da demanda e as

diferentes tipologias de uso da água. A fase 1 representada no gráfico, foi aplicada em 7 unidades localizadas na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), que representavam 50% da demanda total de água do *campus*, e a fase 2 consiste na aplicação do programa nas demais 21 unidades localizadas no *campus* da USP.

As principais intervenções do PURA-USP foram a redução das perdas físicas, através da detecção e eliminação de vazamentos em redes externas, reservatórios e pontos de utilização; substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores; caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água, adotando procedimentos mais eficientes, com o intuito de minimizar os desperdícios sem influenciar na qualidade dos processos, e a conscientização e treinamento dos funcionários e usuários do *campus*.

No ano de 1997, o Governo Federal instituiu o “Programa Nacional de Combate ao Desperdício” – PNCDA, que tinha como objetivo geral promover o uso racional das águas provindas do abastecimento público nas cidades brasileiras. O programa tem como objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações, recursos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, visando uma efetiva diminuição dos volumes de água demandados pelas áreas urbanas no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 1999).

Santos (2001) cita o Programa de Gestão do Uso da Água em Edificações (PGUAE), que foi desenvolvido pelo departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade Federal do Paraná. O PGUAE previa uma gestão qualitativa e quantitativa da água, onde previa ações de caracterização do consumo e das ações relativas ao uso da água, avaliando a aplicabilidade destas ações e a confecção de um plano de gestão de água.

Stefanelli e Oliveira (2009) desenvolveram um trabalho no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, que teve como objetivo atuar na demanda de água, incentivando o uso racional no *campus* da UNIFEB. Para tal, realizaram um levantamento dos dados de consumo de água e foram verificadas as características e condições de cada ambiente, além da verificação das condições dos equipamentos hidráulico-sanitários. Com o intuito de promover o uso eficiente da água e redução dos custos com abastecimento foram propostas as seguintes medidas: controle do consumo da água e redução de perdas físicas; introdução de equipamentos economizadores e a realização de campanhas de educação ambiental junto à comunidade universitária. Através dos levantamentos realizados, foi estimado o consumo mensal do *campus* de 70.805.500 litros, e somente com a substituição dos equipamentos

convencionais por tecnologias economizadoras, estimou-se uma redução do volume mensal consumido para 49.472.369 litros, que representa uma economia de 21.333.31 litros, ou seja, uma redução de aproximadamente 30% do consumo de água no *campus*.

### **3.7. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**

Considerando os problemas enfrentados por partes do mundo devido à escassez da água, além do uso racional de água, as práticas de reciclagem de água, reúso de água e aproveitamento da água de chuva tornam-se alternativas de redução de problemas diretamente relacionadas com a escassez de água (MAY, 2004). Assim, pode-se dizer essas práticas podem contribuir para a redução do uso desnecessário da água potável.

A prática de aproveitamento das águas pluviais é feita de várias maneiras na sociedade atual, principalmente em regiões áridas e semiáridas, sendo uma alternativa de abastecimento comum em algumas regiões do Brasil e pelo restante do Mundo como no Japão, Alemanha, Estados Unidos, entre outros. A vantagem de se utilizar a água da chuva é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecidas pelas companhias de abastecimento público, economia com gastos com água potável e a redução do risco de enchentes em casos de ocorrências de fortes chuvas (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Um sistema de coleta da água pluvial consiste em uma área de coleta, normalmente o telhado, ligada a condutores, ou calhas, que conduzem a um reservatório que por sua vez, direciona aos pontos de consumo (MAY, 2004). Após um tempo de seca, passa a ter período de chuva, a primeira água que cai limpa o telhado e não deve ser aproveitada, mas o restante pode servir para as atividades de uso para fins não potáveis.

A água deve passar por unidades de tratamento para atingir os níveis de qualidade correspondentes aos usos estabelecidos em cada caso. Sautchuk (2005) estabelece que, de maneira geral, em edificações o aproveitamento da água pluvial acontece para irrigar áreas verdes, lavar pisos, alimentar as bacias para descarga, entre outros. Assim, necessita-se emprego de sistemas de tratamento compostos de gradeamento, unidade de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com luz ultravioleta ou com cloro. Podem ser utilizados sistemas mais sofisticados para estabelecer qualidades melhores a partir do emprego de unidade de adição de produtos químicos para coagulação, floculação, filtração dupla, etc.

A Figura 3.6 representa o fluxograma de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial para fins não potáveis.

Figura 3.6: Fluxograma de um sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de água da chuva



Fonte: Pereira *et al.*, (2008)

É possível incluir nesse sistema os freios aeradores, com o objetivo de evitar a turbulência da água e, no momento da entrada da água, não movimentar o material sedimentado no fundo do reservatório (MAY, 2004).

### 3.7.1. Legislação pertinente

Para o projeto do sistema de aproveitamento da água de chuvas para fins não potáveis, as normas diretrizes para o auxílio de estudo são as que constam da Associação Brasileira de Normas Técnicas, especificamente, requisitos da NBR 15.527 (ABNT, 2007) que trata do aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta norma estabelece que, o sistema de distribuição dessa água deve ser independente do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada constatada na NBR 5626 (ABNT, 1998).

Para o dimensionamento do reservatório para acolher a água pluvial consultou-se a NBR 15.527 (ABNT, 2007). Nesta norma cita diversos métodos de cálculo para dimensionamento do reservatório de armazenamento da água de chuva, dentre os quais o Método de Rippl,

Método Prático Inglês e o Método Azevedo Neto. A norma ainda estabelece os padrões de qualidade para o caso mais restritivo como mostrado na Tabela 3.3. Contudo, os projetistas devem analisar o caso e definir os próprios parâmetros de acordo com o uso previsto.

Tabela 3.3: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen.		

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 15.527/2007

### 3.7.2. Clima e chuva na cidade de Goiânia – GO

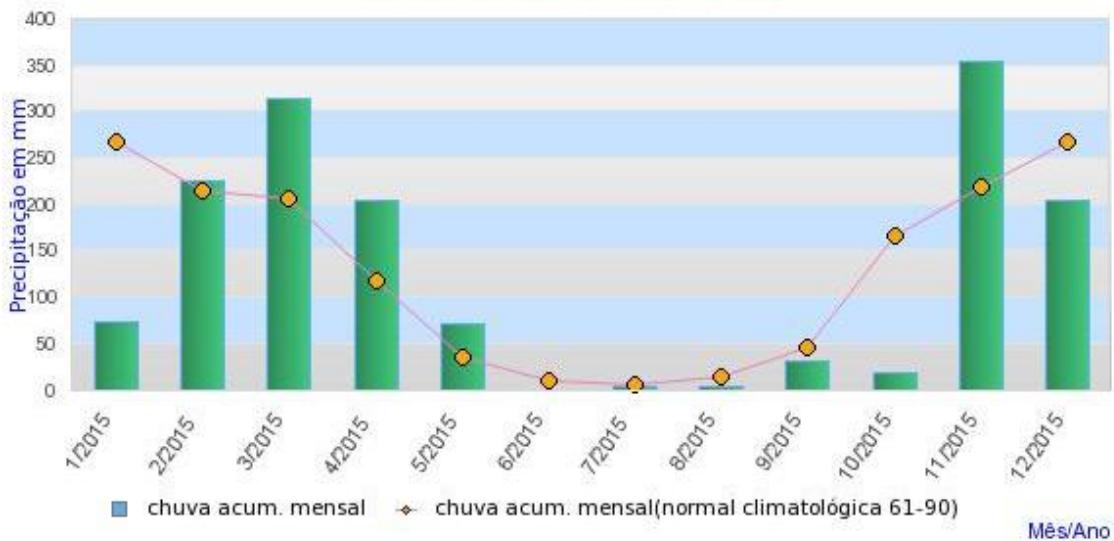
Conforme Chaveiro e Castilho (2007) o clima Goiano é considerado como semitropical semiúmido, com duas estações bem definidas quanto à pluviosidade. De outubro a abril é um período chuvoso e de maio a setembro é considerado período de seca. Naturalmente, o solo tem característica onde predominam solos bem estruturados, profundos e permeáveis, permitindo que no período chuvoso tende de ocorrer maior infiltração de água nos lençóis freáticos.

Para Fernandes (2002) as principais características climáticas da região Goiana são radiação solar intensa e constante o ano inteiro, temperatura elevada e umidade relativa alta durante o período chuvoso.

Para um projeto de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva é necessário saber a quantidade e a distribuição das chuvas no local. A cidade de Goiânia, localiza-se no centro de Goiás. A precipitação anual na região é de aproximadamente 1.570mm de 1961 a 1990 de acordo com as Normais Climatológicas do Brasil, estudo realizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O Gráfico 3.1 mostra a chuva

acumulada mensal do ano de 2015 e a chuva acumulada mensal pela Normal Climatológica (1961-1990).

Gráfico 3.1: Chuva acumulada mensal (2015) e Chuva (Normal Climatológica), Goiânia-GO



Fonte: INMET (2016)

## 4. METODOLOGIA

O local de estudo foi uma clínica veterinária especializada em serviços como: comércio de produtos para animais domésticos, banho/tosa e cirurgias de castração ou de recuperação de fraturas advindas de acidentes em geral. A empresa atua no ramo há 5 anos e se tornou um referencial na oferta de produtos e serviços para animais domésticos com preço acessível.

Para o desenvolvimento adequado de um Plano de Conservação de Água (PCA) no empreendimento foi necessário pré-estabelecer as metas, em função da tipologia da edificação, do sistema hidráulico, dos usuários e as atividades consumidoras de água (SAUTCHUK, 2004).

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho baseou-se inicialmente na busca de informações sobre estudos e desenvolvimento científico tecnológico a respeito de estratégias para a implantação de mecanismos de conservação de água.

Em seguida dentro do próprio empreendimento foram realizados estudos adaptando-se o método de Sautchuk (2004), que consiste primeiramente na auditoria de consumo que pode ser fracionado em algumas etapas como:

- Avaliação Técnica Preliminar;
- Levantamento do sistema hidráulico predial;
- Consumo histórico e cálculo do indicador de consumo;
- Identificação da vazão dos equipamentos;
- Detecção de vazamentos visíveis e não visíveis;
- Identificação do índice de percepção para o uso racional da água;
- Determinação da viabilidade financeira para a substituição dos equipamentos hidráulicos.

Depois disso foi possível realizar o diagnóstico do consumo de água na edificação e propor as medidas viáveis para conservação de água na edificação.

## **4.1. AUDITORIA DE CONSUMO**

### **4.1.1. Avaliação Técnica Preliminar**

Essa etapa baseou no levantamento de todos os dados e informações relacionados ao uso de água na edificação para ter um conhecimento sobre a condição atual de utilização. Envolveu o mapeamento do uso da água na edificação, pela coleta das informações necessárias para avaliação dos fluxos de água da edificação, quantidades e processos envolvidos em sua utilização, e também obtenção do projeto arquitetônico. Foram analisadas as questões comportamentais dos usuários e dados relativos aos índices históricos de consumo.

### **4.1.2. Levantamento do sistema hidráulico predial**

Nessa etapa foi realizada a coleta dos dados referentes à edificação como a identificação do tipo de sistema abastecimento (companhia de abastecimento público ou manancial subterrâneo), a quantidade e a capacidade dos reservatórios existentes, o número de hidrômetros existentes no local para que seja possível realizar a etapa de setorização. Em seguida foram avaliados os pontos de utilização do sistema observando as condições de operação e alimentação.

#### 4.1.3. Consumo histórico e cálculo do indicador de consumo

Para a realização desta etapa foram coletados dados relativos ao consumo de água da edificação (tarifas emitidas pela companhia de abastecimento), ao longo de um ano, para que fosse possível efetuar uma análise detalhada do consumo de água ao longo do tempo analisado, e posteriormente calcular o indicador de consumo da edificação, que é a variável mais representativa do consumo em uma edificação.

O indicador de consumo (IC), foi obtido pela relação entre o volume de água consumido em um período de tempo de dez dias e o número de agentes consumidores neste mesmo período, sendo assim é obtido pela Equação 4.1:

$$IC = \frac{Vm}{Aat} \quad (4.1)$$

Onde:

Vm = Volume de água medido no hidrômetro;

Aat = Número de animais que foram atendidos pela clínica.

Para a elaboração deste trabalho foram feitos os cálculos do IC, anotando os valores registrados no hidrômetro por um período de dez dias, englobando os finais de semana, para avaliar a variação tanto do número de animais atendidos quanto do volume de água consumido. A leitura do hidrômetro foi realizada durante os dez dias, sendo todos eles no mesmo horário, de forma a registrar a variação do consumo em um período de 24 horas.

O IC foi calculado para todos os dias em que houveram atendimentos, tanto no setor de banho e tosa, quanto nos atendimentos e cirurgias em geral, posteriormente calculou-se a média dos valores encontrados. O IC real da clínica foi obtido subtraindo as perdas diárias provenientes dos vazamentos da edificação.

Além do monitoramento do hidrômetro, também foi feito o acompanhamento visual dos procedimentos realizados pelos funcionários no banho/tosa, onde foi cronometrado o tempo de banho de vários animais (somente o tempo em que o animal teve contato direto com a água), e tendo conhecimento da vazão dos equipamentos, foi possível estimar o volume de água gasto para cada animal, de acordo com o porte do mesmo. Dessa forma foi possível obter o IC do banho/tosa, e comparar os valores com o IC geral da clínica.

#### **4.1.4. Identificação da vazão dos equipamentos**

Esta etapa, em primeiro plano consistiu em identificar os aparelhos hidráulico-sanitários da edificação, posteriormente foram identificadas as vazões dos mesmos, através de um recipiente de volume conhecido e um cronômetro para marcação do tempo de enchimento do recipiente e assim calcular a relação volume por tempo.

Os equipamentos passíveis de medição, as torneiras e os chuveiros, tiveram suas vazões identificadas, e posteriormente comparadas a NBR 5626/98, que estabelece as vazões nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização, que permitirá concluir se os equipamentos estão operando em condições eficientes quanto a vazão.

Em se tratando das bacias sanitárias, foram verificados quais os tipos existentes (caixa acoplada ou de válvula de descarga). Para as bacias sanitárias de caixa acoplada o volume de cada descarga é obtido pela capacidade de armazenamento da caixa acoplada, que geralmente apresentam volume de 12 L, 6 L, e também a descarga dual (3 e 6 L). Já as bacias sanitárias do tipo válvula, de acordo com o Guia de Conservação de Água em domicílios realizado por Oliveira *et al.*, (2006), o volume liberado em uma descarga de ciclo variável, durante um tempo de pressionamento de 10 segundos, é de aproximadamente 17 litros. As bacias do tipo válvula também podem apresentar a descarga dual, de 3 e 6 litros.

#### **4.1.5. Detecção dos vazamentos visíveis e não-visíveis**

Os vazamentos visíveis são aqueles facilmente notados por meio da observação visual. Para identificação dos vazamentos visíveis, foi realizada a verificação das caixas acopladas de descarga, inclusive em seu interior, que podem apresentar falhas nas boias de regulagem de nível, nas comportas ou no acionamento do cordão. Também foi realizada a observação visual de torneiras, chuveiros, boias de reservatórios, e verificação de possíveis infiltrações na edificação, que possam ser oriundas de vazamentos. Já os vazamentos não-visíveis, necessitam de um certo tempo para localizá-los e consertá-los, devido às necessidades de inspeções especiais com o uso de tecnologias de pesquisa para a sua detecção (ZANIBONI, 2009).

Para a detecção de vazamentos não-visíveis nas bacias sanitárias, adotou o teste da caneta descrito por FUJIMOTO *et al.*, (2002). Neste teste, utilizou uma caneta com tinta solúvel traçando-se uma linha a 3 (três) centímetros abaixo da borda, sendo que, a parede interna da bacia sanitária foi seca com papel toalha. Observou então a ocorrência de interrupções pela água proveniente de algum vazamento.

O alimentador predial, que é a tubulação que faz a ligação do hidrômetro até o reservatório de distribuição, está sujeito a grandes vazamentos, devido ao fato de estar submetido a valores elevados de pressão. Os vazamentos no alimentador predial geralmente não são identificados visualmente, visto que a tubulação está enterrada. Para verificação de possíveis vazamentos no alimentador predial, foi utilizado o teste do hidrômetro, proposto por Oliveira *et al.*, (2006), que consiste em fechar todos os pontos de utilização que recebam água diretamente da rede pública, e deve ser impedido o fornecimento de água para o reservatório, através do fechamento do registro que antecede a mesma, se caso houver, ou amarrando a boia do reservatório. Com o registro do hidrômetro totalmente aberto, realizou as medições, a primeira no início do teste e a segunda após uma hora, e caso houvesse variação na leitura do hidrômetro, seria possível constatar a presença de vazamento no alimentador predial.

Para a identificação de vazamentos nos pontos de distribuição foi realizado o teste da caixa d'água, também proposto por Oliveira *et al.*, (2006). O teste foi realizado interrompendo o uso de água em todos os pontos abastecidos pelo reservatório, e também impediu que o mesmo fosse abastecido pela rede pública através do fechamento do registro que o antecede, se caso houver, ou amarrando a boia do reservatório. Posteriormente foi realizada uma marcação do nível de água presente no reservatório, e depois de cerca de uma hora, verificou se houve variação do nível de água. Se houvesse variação, seria possível constatar a presença de vazamentos nos pontos de distribuição.

Após realizados os testes de vazamentos e a observação visual dos equipamentos, foi possível identificar a quantidade de equipamentos que estavam apresentando perdas, sendo assim, foi possível calcular o índice de vazamentos (IV), que é calculado através da Equação 4.2:

$$IV = \frac{EV}{EF} * 100\% \quad (4.2)$$

Onde:

EV = Número de equipamentos com vazamentos;

EF = Número total de equipamentos.

A partir da média do consumo histórico do período de um ano da clínica, e o volume mensal de perdas identificadas na edificação devido à presença de vazamentos, foi calculado o índice de perdas (IP) através da Equação 4.3:

$$IP = \frac{VP}{VM} * 100\% \quad (4.3)$$

Onde:

VP = Volume de perdas (m<sup>3</sup>/mês);

VM = Consumo médio (m<sup>3</sup>/ mês).

#### 4.1.6. Índice de Percepção para o uso racional de água

Para avaliar o modo com que os funcionários utilizam a água foi adaptada a metodologia proposta por Ywashima (2005), que revela o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água, denominado de (IU). Esta metodologia foi aplicada com o objetivo de avaliar o grau de envolvimento dos funcionários da clínica veterinária com relação ao uso de água, bem como o nível de compreensão dos funcionários quanto à preservação dos recursos hídricos, e por fim com o intuito de identificar a possível viabilidade da troca de equipamentos.

A metodologia foi aplicada através da distribuição de questionários a todos os funcionários da clínica, sendo que este foi dividido em três campos de preenchimento, sendo o primeiro destinado a todos os funcionários da clínica, o segundo somente para os funcionários do banho/tosa e o terceiro campo destinado para os funcionários da limpeza. O modelo de questionário empregado para a obtenção do IU pode ser visto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Modelo de questionário e pontuações atribuídas para obtenção do IU

Atividades	Pontos	Pontos máximos
<b>Banheiros</b>		
<b>1) Você lava as mãos:</b>		
Sempre com a torneira aberta.	0	0
Com a torneira fechada durante o ensaboamento.	10	10
<b>2) Você trocaria as bacias sanitárias por outras?</b>		
Não	0	0
Sim	10	10
<b>3) A descarga das bacias sanitárias (caixa acoplada):</b>		
Aperta apenas uma vez.	10	10
Aperta mais de uma vez.	0	0
<b>Total de pontos máximos</b>		<b>30</b>
<b>Setor de Banho e Tosa</b>		
<b>4) No procedimento de banho dos animais:</b>		
O chuveiro fica aberto todo o tempo.	0	0
Com o chuveiro fechado durante o ensaboamento.	10	10
<b>5) Você mudaria o aparelho utilizado para banho/tosa:</b>		
Sim	10	10
Não	0	0
<b>6) Você identifica a necessidade de adequação dos procedimentos de banho dos animais:</b>		
Sim	10	10
Não	0	0
<b>Total de pontos máximos</b>		<b>30</b>

Tabela 4.1 – Modelo de questionário e pontuações atribuídas para obtenção do IU

continua		
Atividades	Pontos	Pontos máximos
<b>Limpeza da Clínica</b>		
<b>7) Como é realizada a limpeza dos banheiros?</b>		
Com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde	10	10
Com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água.	5	5
Com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade.	0	0
<b>8) A limpeza do piso das salas da administração geralmente é feita:</b>		
Com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde	10	10
Com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água.	5	5
Com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade.	0	0
<b>9) A limpeza do piso do Centro Cirúrgico geralmente é feita:</b>		
Com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde.	10	10
Com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água	5	5
Com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade	0	0
<b>10) A forma usada para lavar os panos de limpeza e afins é:</b>		
Ensaboa, coloca de molho no tanque ou balde e enxágua com água no balde ou tanque.	10	10
<b>Total de pontos máximos</b>		<b>40</b>

Fonte: Adaptada de YWASHIMA (2005)

A pontuação do questionário foi atribuída através das observações realizadas no local, sendo que nas questões 5 e 6, a pontuação máxima atribuída justifica-se pela identificação da necessidade de mudança de comportamento e de troca de aparelho.

Na análise do modo de execução de cada atividade que envolve o uso de água na clínica, buscou-se conceber alternativas que indicassem uma forma mais econômica, uma menos econômica e, em alguns casos, uma opção intermediária. Na pontuação estabelecida, a opção mais econômica obteve pontuação máxima, a intermediária obteve a metade da pontuação máxima e, para a menos econômica, foi atribuída valor zero. Com o total de Pontos e Pontos Máximos, foi possível calcular o índice de percepção (IU<sub>ambiente</sub>) para cada setor da clínica, de acordo com a Equação 4.4.

$$IU_{ambiente} = \frac{\Sigma \text{Pontos}}{\Sigma \text{Pontos máximos}} \times 100 \quad (4.4)$$

Onde:

IU<sub>ambiente</sub> = Índice de percepção para cada setor da clínica (%);

$\Sigma$ Pontos = Somatória dos pontos de um determinado setor da clínica;

ΣPontos máximos = Somatória dos pontos máximos de um determinado setor da clínica.

O índice de percepção dos funcionários da clínica para o uso racional da água (IU) é, portanto, definido pela relação entre a somatória dos pontos obtidos e o número total de pontos estabelecidos na Tabela 4.1 para cada atividade. O cálculo do IU foi realizado por setores na clínica com o intuito de identificar o local onde o desperdício de água foi maior.

Em seguida, utilizando-se o IU de cada ambiente, calcularam-se os Pontos Obtidos<sub>ambiente</sub> (Equação 4.5) para avaliar a necessidade de melhoria do aproveitamento da água em cada setor da clínica.

$$\text{Pontos obtidos ambiente} = \frac{\text{IUambiente}}{100} * \text{fator de cada ambiente} \quad (4.5)$$

Onde:

Pontos obtidos<sub>ambiente</sub> = o total de pontos obtidos para cada ambiente;

Fator de cada ambiente = o valor atribuído a cada setor da clínica de acordo com a estimativa de consumo de água no mesmo.

Para o cálculo dos pontos obtidos, o fator adotado relacionou a porcentagem do consumo de água em cada setor com o consumo total na clínica (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Fator atribuído a cada setor da clínica usado para o cálculo dos pontos obtidos

Ambiente	Fator Usado (%)
Setor de Banho e Tosa	64
Banheiros	26
Limpeza da Clínica	10

Fonte: Adaptado de YWASHIMA (2005)

Com os valores dos pontos obtidos em cada setor da clínica, foram marcados em um gráfico os pontos correspondentes a cada ambiente. Destacando os pontos obtidos e os pontos a melhorar.

Os pontos a melhorar foram calculados subtraindo-se do valor atribuído ao fator adotado para cada setor, o valor encontrado dos pontos obtidos para o respectivo setor (Equação 4.6).

$$\text{Pontos a melhorar} = \text{fator do ambiente} - \text{Pontos obtidos no ambiente} \quad (4.6)$$

Por fim, foi calculado através da Equação 4.7, o índice de percepção dos usuários da clínica ( $IU_c$ ) com relação ao emprego racional da água em todas as atividades que utilizam este insumo.

$$IU_c = \Sigma \text{ pontos obtidos} \quad (4.7)$$

Onde:

$IU_c$  = Índice de percepção dos usuários da clínica (%);

$\Sigma$  Pontos obtidos = Somatória dos pontos obtidos pela clínica.

Na avaliação do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água, considerando-se que os valores aferidos podem abranger um resultado de 0 a 100%, adotaram-se três parâmetros de classificação nas análises pertinentes ao IU (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 - Classificação dos valores do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água (IU)

Faixas de abrangência dos Valores atribuídos ao IU (%)	Classificação do IU
0 – 49,9 Baixo	Baixo
50 – 79,9	Médio
80 - 100	Alto

Fonte: Oliveira (2013)

#### 4.1.7. Determinação da Viabilidade Financeira para a substituição dos equipamentos hidráulicos

Inicialmente foi observado quais eram os equipamentos utilizadores de água, e quais poderiam ser submetidos à troca, para ter uma redução significativa de água. Depois disso foi estimado o volume gasto por esses equipamentos mensalmente e quanto seria esse volume após a realização das trocas.

Houve o cálculo do preço do metro cúbico de água para o tratamento, coleta, afastamento e tratamento do esgoto para esse tipo de estabelecimento comercial. Sendo assim sabe-se quanto que a clínica gasta por mês nesses equipamentos. Foi feito um orçamento para verificar os custos dos materiais e mão de obra para instalação e em seguida o cálculo da economia que irá ocorrer após serem feitas essas trocas, tendo conhecimento de quanto esses novos aparelhos irão consumir.

Por fim relacionou a economia obtida com o capital investido para descobrir o tempo gasto para recuperar esse valor e assim analisar a viabilidade financeira.

## **4.2. DIAGNÓSTICO DO CONSUMO DE ÁGUA NO EDIFÍCIO**

Foi realizada uma organização das informações obtidas anteriormente a partir das coletas de dados *in loco*, e da elaboração de tabelas, contemplando os dados obtidos na auditoria para determinar medidas potenciais de conservação de água. Na sequência foi proposto o plano de intervenção para a viabilização do uso eficiente da água na edificação.

## **4.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA**

Para o estudo de caso de aproveitamento da água de chuva, além dos dados já existentes de consumo de água na clínica e consumo por setor, foram coletadas informações referentes à área de cobertura, dados pluviométricos locais a partir da base de dados do INMET, consultas de normas técnicas vigentes e metodologias de cálculo estimado do volume da água utilizado para fins não potáveis.

### **4.3.1. Dimensionamento do sistema de aproveitamento da água de chuva**

Para o dimensionamento do reservatório da água de chuva da edificação utilizou-se três métodos de dimensionamento citados pela NBR 15.527 (ABNT, 2007), Método Prático Inglês, Equação 4.8, que considera a área de coleta e a precipitação; Método Azevedo Neto, Equação 4.9, que além desses mesmos dados, considera-se também o tempo de seca ou tempo de pouca chuva no local; método Rippl, que considera o acúmulo de volume da demanda não atendida. O volume coletado foi dividido para dois reservatórios distintos, pois será distribuído para o reservatório enterrado e elevado. Considerou-se ao valor obtido, o coeficiente de *runoff*, que indica a relação de aproveitamento real da água de chuva que cai sobre as telhas e passa para a canalização. Para telhas cerâmicas, corrugadas de metal ou cimento amianto, o coeficiente de escoamento superficial ou *runoff* foi de 0,8.

- Método de Rippl

Este método indica o uso das séries históricas mensais ou diárias. Para o caso, foi utilizado as séries históricas mensais conforme a Tabela 4.3. Os valores foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para chuva acumulada mensal.

Tabela 4.3 – Precipitação média em Goiânia – INMET,  
Normal Climatológica (1961 – 1990)

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
<b>Precipitação média (mm)</b>	266,8	214,8	206,8	118,9	35,9	9,2
Mês	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<b>Precipitação média (mm)</b>	6,6	13,2	45,4	166,9	219,0	267,9

Fonte: INMET (2016)

Para a determinação do volume do reservatório, Equação 4.10, inicial é necessário determinar o volume de água no reservatório mensal, Equação 4.11, e o volume de chuva aproveitável no tempo t, Equação 4.12.

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0 \quad (4.10)$$

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (4.11)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação de chuva}(t) \times \text{área de captação} \quad (4.12)$$

Onde:

$S(t)$  – Volume de água no reservatório no tempo t;

$Q(t)$  – Volume de chuva aproveitável no tempo t;

$D(t)$  – Demanda ou consumo no tempo t;

$V$  – Volume do reservatório

$C$  – Coeficiente de *runoff*

- Método Prático Inglês

$$V = 0,05 \times A \times P \quad (4.8)$$

Onde:

P = Precipitação média anual, em milímetros (mm);

A = Área de coleta, em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

V = Volume coletado, em litros (L).

- Método Azevedo Neto

$$V = 0,042 \times A \times P \times T \quad (4.9)$$

Onde:

V = Volume de água do reservatório, em litros (L);

P = Valor numérico da precipitação média anual, em milímetros (mm);

T = Número de meses de pouca chuva ou seca;

A = Área de coleta em projeção, em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

#### 4.3.2. Custo do sistema de aproveitamento da água de chuva

Em seguida fez-se, por meio de pesquisas e consultas, um orçamento do valor da instalação de todo o sistema de aproveitamento da água pluvial, para então fazer o cálculo do Payback por meio da Equação 4.13 e a análise da viabilidade econômica.

$$Payback = \frac{Investimento(R\$)}{Economia(R\$/tempo)} \quad (4.13)$$

Para a análise de custo, Payback e viabilidade econômica foram considerados dois cenários distintos, sendo:

1º Cenário: Instalação do reservatório com volume encontrado no dimensionamento pelos métodos apresentados anteriormente.

2º Cenário: instalação do reservatório para atendimento da demanda apenas nos meses de maior precipitação. Neste cenário foi desconsiderado o armazenamento da precipitação por 6 meses do tempo em que o índice de precipitação é baixo. Sendo assim, o funcionamento do sistema é composto nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro.

Considerou-se ainda que a demanda de água do sistema de aproveitamento da água de chuva é o volume estimado para a limpeza da clínica, que compreende os 10% do consumo total da clínica, 5,23m<sup>3</sup>/mês. Será dividido o resultado do volume total de água economizado

*MENDES, M.A.S.; KONAGA, M.T.; PINTO, R. S.*

anualmente por dois (referente aos seis meses de não funcionamento do sistema). O valor obtido apontará o volume médio mensal que poderá ser economizado.

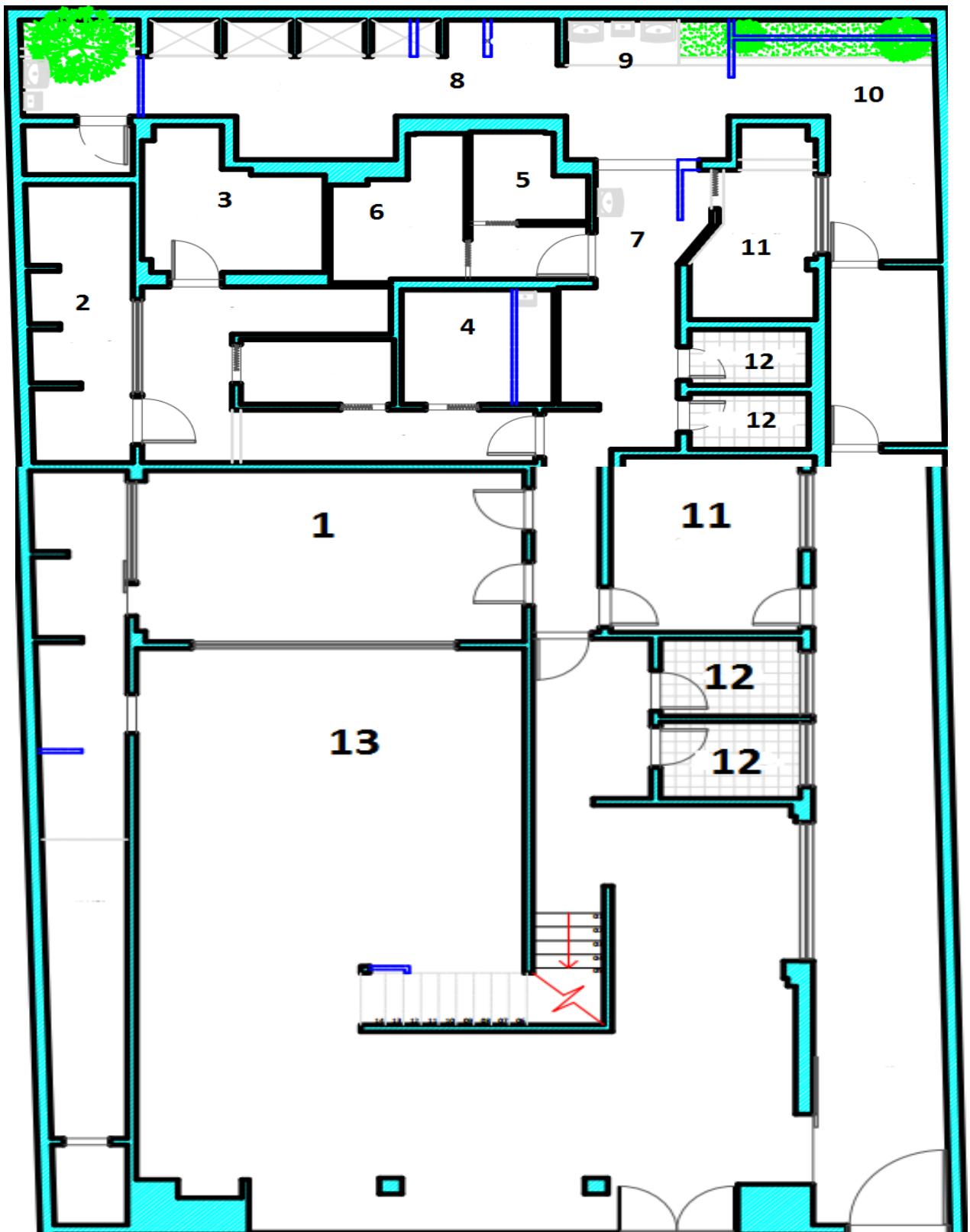
Para encontrar o valor monetário, foi multiplicado o resultado obtido anteriormente por meses do ano (12 meses anual), em seguida encontrou o volume em m<sup>3</sup> e multiplicou pela tarifa estabelecida pela companhia de abastecimento.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A partir da obtenção da planta baixa e em visitas ao local foi possível separar os ambientes pertencentes à clínica, apresentado no layout exposto conforme a Figura 5.1:

Figura 5.1 – Layout da clínica veterinária



Fonte: Próprio autor

De acordo com a Figura 5.1 a clínica é dividida nos seguintes espaços:

1. Pet Salon;
2. Sala de recuperação;
3. Sala de cirurgia;
4. Sala de preparação;
5. Expurgo;
6. Sala de esterilização;
7. Tanque;
8. Fundo da clínica;
9. Lavadouros;
10. Copa;
11. Consultórios;
12. Banheiros;
13. Pet Shop Loja.

## 5.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO

A clínica veterinária em análise é abastecida totalmente pela SANEAGO, sem nenhuma outra fonte complementar. A água proveniente da rede pública é bombeada até dois reservatórios elevados, um com capacidade de 1.000 L e o outro de 500 L, que fornecem água para todos os pontos de consumo da empresa.

## 5.3. SETORIZAÇÃO DOS HIDRÔMETROS

Devido à existência de um único hidrômetro no empreendimento, não há setorização relacionado ao consumo de água na edificação. Através desse equipamento foi possível medir o consumo em todos os ambientes utilizadores de água.

Foi observado que há a necessidade de melhor setorização da edificação utilizando mais um hidrômetro para o setor de banho e tosa, uma vez que esse setor representa a maior parte do consumo da clínica, cerca de 64% do total, ou seja, teria maior facilidade para o monitoramento do seu consumo e ter um controle melhor das possíveis variações do seu IC que pudessem vir a ocorrer durante o ano, para promover um uso mais eficiente da água.

## 5.4. EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS DA CLÍNICA

Tabela 5.1 – Pontos de consumo de água na edificação

Pontos de consumo	Quantidade
<b>Ducha</b>	1
<b>Chuveiro</b>	5
<b>Torneira</b>	20
<b>Bacia Sanitária</b>	5
<b>Nº de pontos de consumo</b>	31

Fonte: Próprio autor

A NBR 5626/98, “Instalação predial de água fria” recomenda vazões nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Vazões nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão recomendada segundo NBR 5626/98 (L/min.)
<b>Chuveiro ou ducha</b>	Misturador	12,0
<b>Chuveiro elétrico</b>	Registro de pressão	6,0
<b>Lavatório</b>	Torneira ou misturador (água fria)	9,0
<b>Pia</b>	Torneira	15,0
<b>Tanque</b>	Torneira	15,0
<b>Torneira de lavagem em geral</b>	Torneira	12,0

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5626/98

Sendo assim, comparou-se os pontos de consumo com a vazão de projeto recomendada pela norma, com exceção das bacias sanitárias, que não foram passíveis de medição. As vazões dos equipamentos, bem como os respectivos atendimentos à norma, seguem na Tabela 5.3. Indicou-se com a letra “A” aqueles que atenderam às recomendações e por “NA” aos que não atenderam às recomendações da norma.

Tabela 5.3 - Vazões dos pontos de consumo e seus respectivos atendimentos à NBR 5626/98

Local	Equipamento	Vazões dos Equipamentos (L/min)	NBR 5626/1998
<b>Pet Salon</b>	Ducha 1	7,54	NA
	Chuveiro 1	11,9	NA
	Chuveiro 2	2,67	NA
	Chuveiro 3	6,42	A
<b>Sala de Recuperação</b>	Torneira 1	6,67	NA
	Torneira 2	10,24	A
<b>Sala de Cirurgia</b>	Torneira	4,21	NA
<b>Sala de Preparação</b>	Torneira	7,29	NA
<b>Centro de Diagnóstico Rápido</b>	Torneira	3,81	NA
<b>Sala de Esterilização</b>	Torneira	5,78	NA
<b>Tanque</b>	Torneira	10,12	A
<b>Fundo</b>	Torneira	9,68	A
<b>Lavadouros</b>	Torneira 1	9,16	A
	Torneira 2	7,43	NA
	Torneira 3	9,04	A

Tabela 5.3 - Vazões dos pontos de consumo e seus respectivos atendimentos à NBR 5626/98

(continua)

Local	Equipamento	Vazões dos Equipamentos (L/min)	NBR 5626/1998
<b>Copa</b>	Torneira	7,68	A
<b>Consultório 2</b>	Torneira	5,31	NA
<b>Banheiro Feminino 2</b>	Chuveiro	2,61	NA
	Torneira	4,27	NA
<b>Banheiro Masculino 2</b>	Torneira	8	A
	Chuveiro	1,9	NA
<b>Consultório 1</b>	Torneira	8	A
<b>Banheiro Masculino 1</b>	Torneira	9,12	A
<b>Banheiro Feminino 1</b>	Torneira	7,76	A
<b>Lavanderia</b>	Torneira	10,2	A
<b>Banheiro (escritório)</b>	Torneira	1,87	NA

Fonte: O próprio autor

A análise deste resultado comparativo, permite identificar que dos 26 equipamentos com vazão medidos, 53% dos pontos de consumo possuem vazão com discrepância alta. Considerou-se como equipamento que não atendeu à norma, aqueles que tiveram aproximadamente 50% de diferença do recomendado. Assim afirmou-se que metade dos equipamentos sanitários possuem vazão de uso fora do recomendado pela NBR 5626 (ABNT, 1998).

Para os equipamentos que não atenderam à NBR 5626 (ABNT, 1998) por possuir vazão muito baixa, algumas medidas podem ser tomadas. O chuveiro instalado no Pet Salon com vazão baixa deve ser trocado, pois, caso o problema ocorrido fosse no sistema de tubulação, o mesmo teria acontecido com os demais chuveiros instalados.

Para os chuveiros elétricos, a intervenção passível é a introdução de um registro regulador de vazão que é utilizado para reduzir vazões excessivas. Outra alternativa também pode ser a instalação de um dispositivo restritor de vazão para manter constante o fluxo de água dentro de uma faixa de pressão. No mercado existe restritores de vazão para 6 litros/minuto.

Existem registros reguladores de vazão para lavatórios, que podem ser aplicadas para torneiras. Se instaladas com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico, possibilitam reduções muito significantes.

Uma outra alternativa é o arejador, sugerido para uso em torneiras convencionais, sem afetar as operações de lavagem em geral. Ele é um componente que funciona pelo princípio de Venturi possibilitando a introdução de considerável quantidade de ar ao fluxo de água e reduz o consumo de água (SAUTCHUK *et al.* 2005). No mercado encontra-se geralmente, dois tipos de arejadores, o convencional e o arejador de vazão constante. O arejador convencional proporciona conforto ao usuário por reduzir o impacto do jato sobre as mãos e uma redução de 20% segundo FIRJAN (2006) e até 50% segundo Sautchuk *et al.*, (2005). O arejador de vazão constante além das características de um arejador convencional proporciona uma vazão constante que limita em 6 litros por minuto, implicando num consumo de aproximadamente 30% a menos quando comparado com arejadores convencionais (SAUTCHUK *et al.* 2005).

Partindo dos conceitos de equipamentos economizadores de água, Sautchuk *et al.*, (2005) ressalta que a redução do consumo de água é dada em médias prováveis devido a diferenças de pressão, hábitos de uso, níveis culturais, vandalismo local e entre outros. Encontra-se resultados de pesquisas que variam de 17% até 88% em redução de consumo. Sendo assim, baseado em estudos, a Tabela 5.4 apresenta redução de consumo de água estimada por equipamento.

Tabela 5.4: Economia prevista baseada em estudos de caso

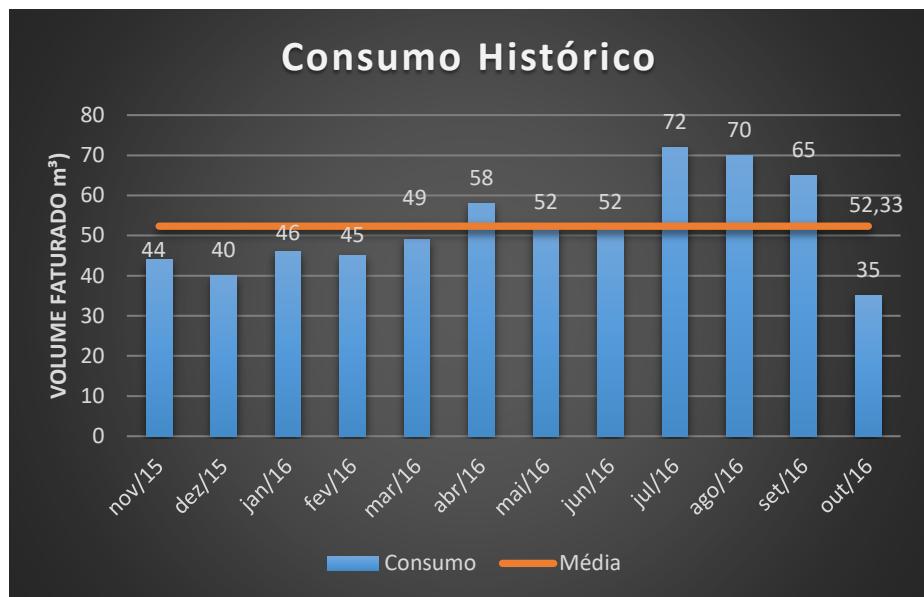
Equipamento	Utilizados	Tecnologia indicada	Redução média (%)	Fonte
Torneira de pia	Convencionais sem arejador	Arejador de vazão constante (6L/min)	20%	SAUTCHUK <i>et al.</i> (2005)
Bacia sanitária	Válvula de descarga	VDR dual (3L/6L)	50 a 75%	SAUTCHUK <i>et al.</i> (2005)
Chuveiro	Elétrico convencional	Restritor de vazão (6L/min)	50%	Próprio autor

Fonte: Adaptado de SAUTCHUK *et al.*, (2005)

## 5.5. CONSUMO HISTÓRICO

Nesta etapa do trabalho, foram obtidas as faturas de água emitidas pela Companhia de Abastecimento (SANEAGO) ao longo de um ano, iniciando no mês de novembro de 2015 até o mês de outubro de 2016, do qual é possível verificar através do Gráfico 5.1.

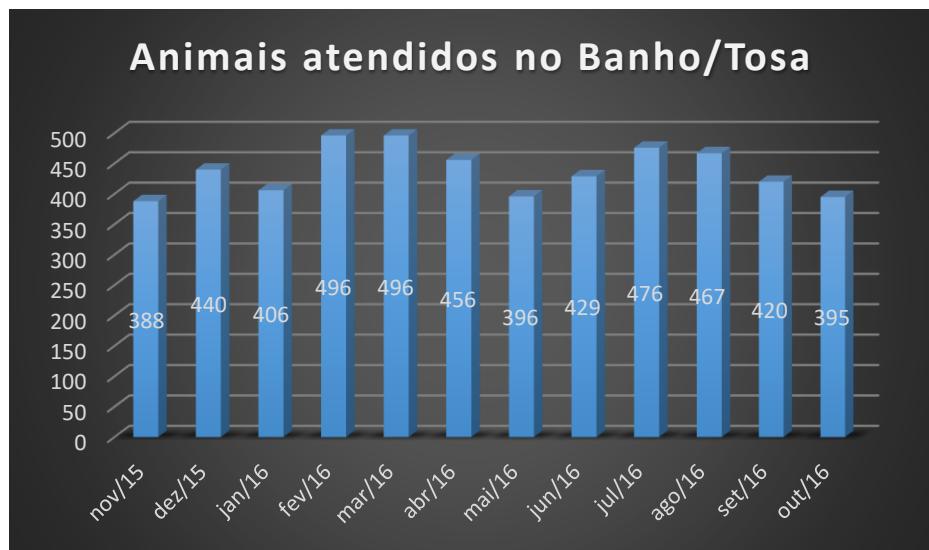
Gráfico 5.1 – Consumo histórico ao longo de um ano



Fonte: O próprio autor

Posteriormente partiu-se para a análise do número de animais atendidos no setor de banho/tosa no mesmo período analisado no consumo histórico, visto que esta atividade é a maior consumidora de água na clínica.

Gráfico 5.2 – Animais atendidos no Pet Salon (banho/tosa)



Fonte: O próprio autor

Analisando o Gráfico 5.1 percebe-se que houve um aumento considerável no consumo de água durante os meses de julho, agosto e setembro, e relacionando o consumo destes meses com o número de animais atendidos no banho/tosa neste mesmo período (Gráfico 5.2), percebe-se que não houve uma grande alteração, que pudesse acarretar um aumento tão significativo do consumo de água.

Desta forma, pode-se inferir que este aumento do consumo ocorreu pelo fato de que os meses de julho, agosto e setembro, são meses de altas temperaturas, baixa umidade do ar, bem como baixos índices pluviométricos, sendo assim o consumo de água aumenta consideravelmente, no que tange a manutenção das atividades fisiológicas dos funcionários, aumento do volume de águas gastos com limpeza geral da edificação, visto que o tempo seco na capital, geralmente é caracterizado pela grande presença de poeira, e também maiores gastos com rega de jardim.

## 5.6. INDICADOR DE CONSUMO (IC)

Para o cálculo do indicador de consumo, utilizou-se os dados obtidos do monitoramento do hidrômetro realizado durante o período de dez dias. Além dos dados do hidrômetro, foram obtidas informações acerca do número de animais atendidos pela Clínica diariamente, ao longo desses dez dias de monitoramento, sendo incluídos os animais que foram submetidos a qualquer procedimento (banho, tosa, cirurgia, castração, entre outros).

Pelo monitoramento do hidrômetro, foram obtidos os dados constantes na Tabela 5.5, posteriormente foi efetuado o cálculo do indicador de consumo, obtido através da variação de uma leitura com sua anterior, dividido pelo número de animais atendidos pela clínica no intervalo de cada leitura realizada, conforme Equação 4.1.

Tabela 5.5 – Cálculo do IC geral da Clínica

<b>Dia do registro (18:00)</b>	<b>Leitura do Hidrômetro (L)</b>	<b>Atendimentos Clínica</b>	<b>Atendimentos Banho/Tosa</b>	<b>Indicador de Consumo (L/animal.dia)</b>
<b>04/11/16</b>	3.011.555	-	-	-
<b>05/11/16</b>	3.016.829	13	19	-
<b>06/11/16</b>	3.018.667	-	-	-
<b>07/11/16</b>	3.019.794	16	11	41,74
<b>08/11/16</b>	3.021.064	13	14	47,04
<b>09/11/16</b>	3.022.553	10	21	48,03
<b>10/11/16</b>	3.023.492	14	12	36,11
<b>11/11/16</b>	3.025.071	12	19	50,93
<b>12/11/16</b>	3.027.113	3	31	60,06
<b>13/11/16</b>	3.028.552	4	-	-

Fonte: O próprio autor

Na Tabela 5.5 foram calculados os valores de IC geral da clínica ( $IC_c$ ), ou seja, envolvendo todas as atividades consumidoras de água na edificação. Os campos da coluna (Indicador de Consumo) que não apresentam valores, ocorreu devido ao fato de não ter sido atendido nenhum animal no dia. Através dos valores de  $IC_c$  encontrados obteve-se um  $IC_c$  médio de 47,53 L/animal.dia.

Além do  $IC_c$  calculado através do monitoramento do hidrômetro durante o período de dez dias, também foi feito o acompanhamento visual dos procedimentos realizados no Setor de

banho e tosa, em que foi cronometrado somente o tempo em o animal teve contato com a água, e através da vazão do equipamento, medida previamente, foi possível estimar o volume de água gasto por banho de cada animal, representando assim o IC do banho/tosa (IC<sub>b/t</sub>).

Através do acompanhamento visual, foram obtidos o tempo de banho de alguns animais, de acordo com o porte do mesmo, sendo que a maioria dos animais monitorados foram pequenos. Foi estimado, através do acompanhamento rotineiro, que os animais de grande porte representam uma porcentagem pequena dos banhos realizados na clínica, que situa em torno de 10% do total de animais.

Tabela 5.6 – Cálculo do IC do setor de banho/tosa

Raça	Tamanho	Tempo de banho (min)	Equipamento	Vazão do equipamento (L/min)	Volume gasto (L)
<b>Shitzu</b>	Pequeno	3,75	Ducha	7,54	28,27
<b>Spitz Alemão</b>	Pequeno	2,03	Chuveiro 1	11,9	24,16
<b>Yorkshire</b>	Pequeno	1,60	Chuveiro 1	11,9	19,04
<b>Puddle</b>	Médio	3,00	Chuveiro 1	11,9	35,70
<b>Schnauzer</b>	Médio	2,37	Chuveiro 1	11,9	28,20
<b>Shitzu</b>	Pequeno	3,52	Ducha	7,54	26,54
<b>Shitzu</b>	Pequeno	4,05	Ducha	7,54	30,54
<b>Shitzu</b>	Pequeno	3,58	Ducha	7,54	27,00
<b>Doberman</b>	Grande	4,80	Chuveiro	11,9	57,12

A partir do volume gasto para o banho de cada animal monitorado, constante na Tabela 5.6, foi posteriormente calculado a média dos volumes gastos, obtendo um valor de 30,73 litros, que representa o indicador de consumo correspondente somente aos procedimentos de banho dos animais realizados na clínica.

Após calculados o  $IC_c$  e o  $IC_{b/t}$  de 47,53 e 30,73 L/animal.dia, respectivamente, pode-se inferir que a diferença entre estes dois valores representa o indicador de consumo das demais atividades realizadas na empresa, como atendimentos e cirurgias. Por fim obteve-se um indicador de consumo de 16,8 L/animal.dia para as demais atividades.

## 5.7. VAZAMENTOS VISÍVEIS E NÃO-VISÍVEIS

Após a verificação das caixas acopladas de descarga, atentando ao interior das mesmas, foi possível observar que não havia falhas nas boias de regulagem de nível e nas comportas de acionamento. Através da observação visual de torneiras, chuveiros, boias de reservatórios e de possíveis infiltrações na edificação não foi notado visualmente vazamentos.

Com relação a análise dos vazamentos não-visíveis verificou que houveram duas bacias sanitárias com vazamentos, sendo uma com três filetes de água e a outra com quatro. O índice de vazamentos (IV) pode ser calculado pela Equação 4.2:

$$IV = \frac{2}{31} \times 100\% = 6,45\%$$

De acordo com Oliveira *et al.*, (2006) cada filete de água representa uma perda de 8 litros por dia, ou seja, estima-se que haja uma perda de 56 litros/dia ou 1,68 m<sup>3</sup>/mês nesses equipamentos.

No teste do alimentador predial observou em um período de uma hora o consumo de 6,8 litros, sendo uma perda de água de 163,2 litros de água diariamente ou 4,89 m<sup>3</sup>/mês. Somando as perdas do alimentador predial e das bacias sanitárias identifica-se uma perda de 6,57 m<sup>3</sup>/mês.

A partir da média do consumo histórico do período de um ano da clínica, tem-se um valor de 52,33 m<sup>3</sup>/mês. O índice de perdas (IP) pode ser calculado pela Equação 4.3:

$$IP = \frac{6,57}{52,33} \times 100\% = 12,56\%$$

Um novo indicador de consumo ( $IC_{real}$ ) foi calculado a partir da reparação dessas perdas, tanto no alimentador predial quanto nos aparelhos utilizadores de água.

Através do monitoramento do hidrômetro, subtraem-se as perdas diárias calculadas, do volume diário de água utilizado na clínica, em seguida divide esse valor pelo número de animais atendidos, que se mantêm o mesmo e obtém-se o  $IC_{real}$  de 43,82 L/animal.dia, isso representa uma diminuição de 7,8% do IC.

## 5.8. PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS PARA O USO RACIONAL

O índice de percepção dos usuários para o uso racional da água nos banheiros ( $IU_b$ ) obtido na clínica foi de 66,67% através da Equação 4.4, conforme classificação apresentada no Quadro 4.1. O IU nesse setor foi médio, sendo influenciado pelo modo como os usuários manuseiam as peças sanitárias, já que de acordo com as respostas adquiridas com a aplicação dos questionários, a maioria dos usuários lavam as mãos com torneira sempre fechada, açãoam apenas uma vez a válvula de descarga, porém eles em sua maioria não vêm a necessidade de troca das bacias sanitárias, no entanto foi identificado a necessidade de substituí-las por outras de descarga dual.

Para o setor de banho e tosa o índice de percepção ( $IU_{b/t}$ ) calculado foi de 33,33%, pode-se concluir que esse IU foi baixo, uma vez que foi verificado tanto pelos resultados dos questionários, quanto por análise visual que mesmo o procedimento de ensaboamento sendo realizado com chuveiro fechado, os funcionários desse setor em sua maioria não almejam modificar o aparelho utilizador de água e não vêm a necessidade da adequação dos procedimentos de banho.

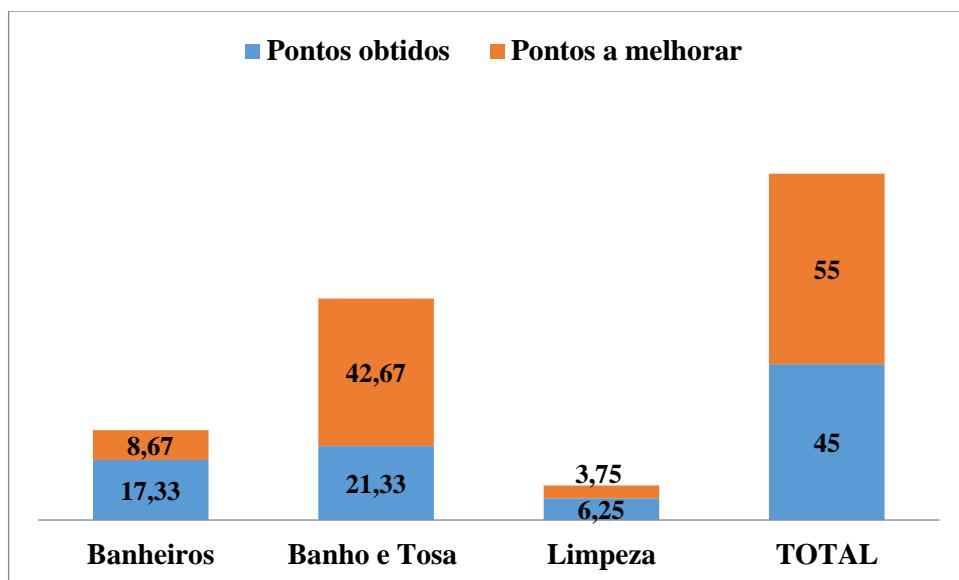
Foi observado a necessidade de instalação de um gatilho na ducha para economizar água no tempo que os funcionários gastam para abrir e fechar o registro. Além disso percebe-se que em muitos animais de pequeno porte não há a necessidade do chuveiro, apenas a vazão da ducha é suficiente.

Na área de limpeza da clínica o índice de percepção dos funcionários desse setor ( $IU_L$ ) obtido foi de 62,5%, o que resulta em IU médio. Com relação a esses funcionários foi levado em consideração aspectos como, o modo empregado na limpeza dos banheiros, os pisos das salas de administração e a limpeza do Centro Cirúrgico. Em todas essas áreas a limpeza era realizada com balde e rodo/vassoura, no qual o ponto de consumo era aberto somente quando

houvesse a necessidade de usar água. Para a lavagem dos panos de limpeza os funcionários informaram que primeiramente ensaboam em seguida colocam de molho no tanque ou balde depois enxágua com água no balde ou tanque.

Com relação a cada ambiente da clínica, após serem analisadas as atividades que empregam água e terem sido aferidos os IU de cada um deles, foram calculados os Pontos obtidos. Nesse processo, utilizou-se para cada setor o fator correspondente em função do seu consumo contido no Quadro 4.1. O Gráfico 5.3 representa os pontos obtidos e os pontos a melhorar nos três setores da clínica.

Gráfico 5.3 – Pontos obtidos e pontos a melhorar no uso da água nos banheiros, banho/tosa e na limpeza



Fonte: O próprio autor

De posse do resultado do IU<sub>c</sub>, pôde-se constatar que ao somar a pontuação dos três ambientes da clínica relacionado aos parâmetros de classificação do Quadro 4.1, o IU<sub>c</sub> pode ser classificado como baixo. Isso se deve ao alto valor atribuído ao fator do setor de banho e tosa, uma vez que sua pontuação foi baixa, o que interfere diretamente no resultado final do índice de percepção da clínica.

## 5.9. VIABILIDADE FINANCEIRA PARA A SUBSTITUIÇÃO DAS BACIAS SANITÁRIAS

Após aplicação dos questionários aos funcionários da clínica, procedeu o cálculo da economia monetária e de água, caso houver a substituição das bacias sanitárias de caixa acoplada

comum pelas de descarga dual. Para isso inicialmente somou o número de vezes em que a válvula de descarga comum é acionada em média por dia, resultando em 35 vezes, (30 para líquido/ 5 para sólido) considerando os funcionários e clientes.

Sabendo-se que na descarga comum usa 12 L por descarga, em média por dia são gastos 420 L de água nessa atividade, por mês 12.600 L. Na descarga dual de 3/6 (líquido/sólido), usando esses mesmos valores para a utilização das bacias, gastaria em média 120 L por dia e 3.600 por mês, ou seja, uma economia média de 9.000 L por mês ou aproximadamente 17% do consumo médio total da clínica.

De acordo com a Resolução nº 93 (SANEAGO, 2016) a tarifa de água para edificações de médio e grande porte que consomem acima de 10m<sup>3</sup> de água por mês é de 9,32 R\$/m<sup>3</sup>, para coleta e afastamento de esgoto é de 7,46 R\$/m<sup>3</sup> e tratamento é 1,86 R\$/m<sup>3</sup>. Somando todos esses serviços resulta em um valor de 18,34 R\$/m<sup>3</sup>.

O valor mensal gasto atualmente com consumo de água nas descargas das bacias sanitárias é de R\$ 231,10. A substituição das bacias sanitárias pelas de descarga dual representará uma economia mensal de R\$ 165,08. Foi feita uma pesquisa de preços em algumas lojas de materiais de construção e o menor preço obtido para esse tipo de bacia de sanitária foi de R\$ 169,90 por unidade, a clínica conta com 5 bacias, portanto R\$ 849,50 no total, sabe-se também que o valor da mão-de-obra para a troca do aparelho é em média R\$ 60,00 por bacia sanitária, ou seja, para a trocar todas o custo é de R\$ 300,00. Com isso o preço final considerando o material e a mão de obra será R\$ 1.149,50.

Para determinar o Payback para a troca de equipamentos, basta fazer a relação entre o preço final gasto e a economia mensal. Isso resulta em um tempo de aproximadamente 7 meses, assim pode afirmar que é viável realizar essas substituições, uma vez que irá economizar um volume grande água, além disso em pouco tempo haverá economia nas despesas da empresa.

## **5.10. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**

Considerando o tema do estudo, propõe-se a instalação de um reservatório de água de chuva, especialmente para fins de substituir as águas potáveis utilizadas na lavagem de pisos da clínica veterinária em estudo, onde necessitará de uma tubulação própria para chegar até o ponto de consumo.

Considerando a área da clínica veterinária constatou-se que o reservatório necessita-se ser enterrado para favorecer o maior volume de armazenamento de água. A água da chuva, ao escorrer por telhados e calhas, chegará por gravidade até o reservatório inferior, sendo então posteriormente bombeada até um outro reservatório superior, de menor capacidade, onde irá para os pontos de consumo.

### 5.10.1. Volume do reservatório para os diferentes métodos estudados

Estão representados os resultados do dimensionamento do reservatório a partir dos três métodos.

- Método Prático Inglês (Equação 4.8)

$$V = 0,05 \times A \times P$$

Onde a precipitação média anual é de 1.570 mm e a área de coleta de 250 m<sup>2</sup>, obteve-se o volume de 19,625m<sup>3</sup>. Considerando o coeficiente de escoamento superficial de 0,8 sobre a cobertura, o volume aproveitado foi de 15,70m<sup>3</sup>.

- Método Azevedo Neto (Equação 4.9)

$$V = 0,042 \times A \times P \times T$$

Considerou-se mês de pouca chuva ou seca, aqueles que tiveram a precipitação abaixo da média pluviométrica anual, de 130 mm. Sendo assim, o valor numérico de meses de pouca chuva ou seca foi de 6 meses, de abril a setembro, de acordo com os dados pluviométricos do Gráfico 3.1.

A partir disso, o volume do reservatório da água de chuva foi de 98,91m<sup>3</sup> ou aproximadamente 100m<sup>3</sup>. Comparando-se com o resultado obtido pelo método Prático Inglês devido a variável T, que representa o número de meses de pouca chuva ou seca, verifica-se um volume muito maior e pouco aplicável.

- Método de Rippl

O resultado obtido está apresentado na Tabela 5.7.

Tabela 5.7: Dimensionamento do volume do reservatório para demanda de 5,23 m<sup>3</sup>/mês

Método Rippl					
Mês	Precipitação (mm)	Demandas (m <sup>3</sup> )	V <sub>chuva</sub> (m <sup>3</sup> )	[Demandas - V <sub>chuva</sub> ] (m <sup>3</sup> )	V <sub>reservatório</sub> (m <sup>3</sup> )
1	266,8	5,23	53,36	-48,13	
2	214,8	5,23	42,96	-37,73	
3	206,8	5,23	41,36	-36,13	
4	118,9	5,23	23,78	-18,55	
5	35,9	5,23	7,18	-1,95	
6	9,2	5,23	1,84	3,39	3,39
7	6,6	5,23	1,32	3,91	7,30
8	13,2	5,23	2,64	2,59	9,9
9	45,4	5,23	9,08	-3,85	6,05
10	166,9	5,23	33,38	-28,15	
11	219	5,23	43,8	-38,57	
12	267,9	5,23	53,58	-48,35	

Fonte: O próprio autor

O resultado obtido para o volume do reservatório a partir do Método de Rippl, mostrou-se como o menor dentre os demais. Analisando-se a grandeza dos volumes, o ideal para o uso é aquele de menor volume. Para se manter a ideia de maior economia, adotou-se o resultado obtido pelo Método de Rippl. Adotou-se ao volume do reservatório, o volume comercial.

Obtido o volume, foram selecionados dois reservatórios para avançar o estudo. O reservatório baixo com capacidade de 10 mil litros e o reservatório superior de 500 litros de capacidade. Também levou-se em conta, a área de ocupação do reservatório na clínica veterinária, estabelecendo a menor área possível de ocupação para a escolha dos reservatórios.

### 5.10.2. Orçamento do sistema para o 1º Cenário

Este orçamento contemplou a implantação do reservatório com volume calculado no método de Rippl, que é de 10m<sup>3</sup>. Foram considerados os gastos com materiais, conforme apresentado na Tabela 5.8. Os equipamentos foram pesquisados por meio de consultas em páginas eletrônicas e em lojas de materiais de construção da região. Os valores unitários de escavação mecânica, espalhamento de materiais em bota fora, transporte e descarga foram ajustadas de acordo com o relatório analítico de composições unitárias de 2015 oferecido pela empresa SANEAGO (Saneamento de Goiás).

Tabela 5.8: Orçamento para aquisição de equipamentos para um sistema de aproveitamento de água de chuva de 10m<sup>3</sup> a partir do comércio

Produto	Quantidade	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Reservatório Polietileno 10m <sup>3</sup> (FORTLEV)	1	3.300,00	3.300,00
Reservatório 0,5m <sup>3</sup> (FORTLEV)	1	200,00	200,00
Boia ¾ DECA	2	40,00	80,00
Registro de gaveta DECA	2	25,00	50,00
Bomba ANAUGER 900	1	323,10	323,10
Escavação (mecânica)	10 m <sup>3</sup>	8,00	80,00
Transporte e descarga	10 m <sup>3</sup>	1,76	17,60
Espalhamento de material em bota fora	10 m <sup>3</sup>	1,24	12,40
Mão de Obra	1	2.000,00	2.000,00
Tubos e conexões estimados	1	350,00	350,00
		<b>Total</b>	<b>6.413,10</b>

Fonte: O próprio autor

#### 5.10.2.1. Cálculo do Payback do reservatório do 1º Cenário

A partir dos estudos obtidos anteriormente, tem-se que o valor do consumo médio mensal calculado a partir do Gráfico 5.1 é de 52,33m<sup>3</sup>. Dentre esse valor, 10% (Tabela 4.2) é de uso da água não potável destinado à limpeza da clínica. Desta forma, cerca de 5,23m<sup>3</sup>/mês é a quantidade que poderá substituir para o uso da água de chuva com os devidos tratamentos básicos fornecidos pela NBR 15.527 (ABNT, 2007). A partir da tarifa de água citada no tópico 5.9, verificou-se que o valor mensal que economizará com o sistema é de R\$ 96,00. Finalmente, calculou-se o Payback.

$$Payback = \frac{Investimento(R\$)}{Economia(R\$/tempo)}$$

Onde o valor do investimento é de R\$ 6.413,10 e a economia mensal é de R\$ 96,00. O valor do Payback calculado é de 5 anos e 7 meses.

#### 5.10.3. Sistema de aproveitamento de água de chuva do 2º Cenário

Considerou-se o volume deste reservatório o equivalente ao consumo médio mensal utilizado na limpeza da clínica. Sendo assim, adotará o reservatório de 5m<sup>3</sup> para o reservatório

enterrado e um outro de 500L para o reservatório superior. O orçamento referente a este reservatório é demonstrado na Tabela 5.9.

Tabela 5.9: Orçamento para aquisição de equipamentos para um sistema de aproveitamento de água de chuva de 5m<sup>3</sup> a partir do comércio

Produto	Quantidade	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Reservatório fibra de vidro 5m <sup>3</sup> (Sabará Piscinas)	1	1.350,00	1.350,00
Reservatório 0,5m <sup>3</sup> (FORTLEV)	1	200,00	200,00
Boia ¾ DECA	2	40,00	80,00
Registro de gaveta DECA	2	25,00	50,00
Bomba ANAUGER 900	1	323,10	323,10
Escavação (mecânica)	5 m <sup>3</sup>	8,00	40,00
Transporte e descarga	5 m <sup>3</sup>	1,76	8,80
Espalhamento de material em bota fora	5 m <sup>3</sup>	1,24	6,20
Mão de Obra	1	1400,00	1400,00
Tubos e conexões estimados	1	350,00	350,00
		<b>Total</b>	<b>3.808,10</b>

Fonte: O próprio autor

Calculou-se o Payback com a Equação 4.13.

$$Payback = \frac{Investimento(R\$)}{Economia(R\$/tempo)}$$

Onde o novo investimento estimado foi de R\$ 3.808,10 com a economia de R\$ 48,00 mensal. O resultado foi de 6 anos e 8 meses.

#### 5.10.4. Análise da viabilidade econômica do sistema para reservatório de 10m<sup>3</sup> e 5m<sup>3</sup>

O orçamento do sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva é bastante complexa e não foi possível fazer todas as considerações de equipamentos e execução necessária comparada ao insumo real utilizado. Vale ressaltar que, detalhamentos como o orçamento de tubulações e conexões foram estimadas de acordo com estudos de demais artigos como o de Pereira *et al.*, (2008).

Os resultados obtidos a partir de cálculos para a instalação do sistema se mostrou bastante elevado em relação ao que seria economizado na conta de água emitida pela companhia de abastecimento de água.

O valor monetário na economia varia de acordo com a metragem da área de captação e do volume de água consumido pelo edifício em estudo. Sendo assim, o estudo em questão mostrou-se pouco aplicável devido ao alto custo de implantação do sistema e retorno financeiro desestimulador, além da dificuldade de instalação em locais já edificados.

Outro aspecto que implica na dificuldade da instalação do sistema é o longo período do período de estiagem. Para atender um volume de aproximadamente 5,23m<sup>3</sup> da demanda da água proveniente da chuva durante o tempo de pouca chuva consecutivos (correspondentes aos meses de abril a setembro), o reservatório necessita-se ter uma alta capacidade, o qual, é indesejável do ponto de vista operacional e econômico.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ausência de setorização dos ambientes por hidrômetros impossibilitou identificar o volume consumido específico de cada local, desta forma, a instalação de um hidrômetro exclusivo para o setor de banho e tosa será uma alternativa eficiente para a observação e controle das possíveis variações do volume faturado, em consequência promover medidas corretivas relacionadas ao mau uso, ou por vazamentos que possam ocorrer, evitando assim o desperdício desse insumo.

Em relação ao consumo histórico houve um aumento repentino nos meses de julho, agosto e setembro, sem haver mudanças significativas no número de animais atendidos, isso pode ser explicado pelo clima seco na região nessa época, onde é constatado o aumento per capita desse consumo. Essa questão pode ser amenizada através da conscientização promovida pelo empreendedor aos funcionários.

Como forma de determinar o volume consumido no setor de banho e tosa, calculou o Indicador de Consumo desse ambiente ( $IC_{b/t}$ ). O valor encontrado foi de 30,73 L/animal.dia, o que representa cerca de 64% do Indicador de Consumo geral da clínica ( $IC_c$ ) que é de 47,53 L/animal.dia. Se houver a reparação das perdas provenientes do alimentador predial e das bacias sanitárias, esse novo Indicador de Consumo ( $IC_{real}$ ) será de 43,82 L/animal.dia.

O menor Índice de Percepção acerca do uso racional, foi dos funcionários do banho e tosa (IU<sub>b/t</sub>) igual a 33,33%, a partir dos parâmetros utilizados, exatamente onde há o maior consumo. Isso demonstra que é o local onde deve dar mais atenção, propondo adequações nos procedimentos de banho, utilizando a ducha ou chuveiro elétrico um de cada vez. Também o controle das vazões dos chuveiros e da ducha, além da instalação de um gatilho de acionamento para a mesma.

O Payback calculado para a troca das bacias de descarga comum pelas de descarga dual foi de 7 meses. Isso mostra uma grande viabilidade tanto financeira, quanto em economia em volume de água.

A partir da implantação do sistema de aproveitamento da água de chuva, é possível contribuir com o meio ambiente e diminuir a demanda de água tratada fornecida pelas companhias de abastecimento. As práticas das técnicas de reuso de água devem ter maior disseminação e auxiliar na contribuição financeira das pessoas e a cultivar a consciência ambiental.

É necessário que o uso de água de boa qualidade, seja garantido para o uso de fins mais nobres. Quanto ao sistema de aproveitamento da água chuva, o resultado não se mostrou totalmente satisfatório economicamente. Porém, abrangendo a visão na parte socioambiental, o ganho adquirido é intenso, ressaltando que, a clínica veterinária atende em média, mais de 400 animais mensais e, por ser referência de demais clínicas da região, pode contribuir com a disseminação da ideia de conservação da água.

Observado os problemas relacionados ao diagnóstico de consumo nessa Clínica Veterinária, que foi o objeto de estudo, é possível que esse trabalho sirva de embasamento para outros, que futuramente aborde esse tema nesse tipo de empreendimento.

## REFERÊNCIAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007, 8 p.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998, 41 p.

BARBOSA, J. G. **Análise do uso racional da água em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo: métodos, práticas e certificação ambiental.** 2013. 305 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2013.

BARRETO, D. **Economia de água em edifícios: uma questão do programa de necessidades.** 1998. 324 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

BARROS, F. G.; AMIM, M. M.; **Água: um bem econômico de valor para o Brasil e mundo: Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.** 2007. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/012008/artigo4.pdf>>. Acesso em 23/05/16.

BICUDO, C. E. de M.; Tundisi, J. C.; Scheuenstuhl, M.C.B., **Águas do Brasil: análises estratégicas** – São Paulo, Instituto de Bontânea, 2010. 224p.

BRASIL, Constituição da República. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, DF, 09 de janeiro de 1997.

CHAVEIRO, E. F.; CASTILHO, D. Cerrado: patrimônio genético, cultural e simbólico. **Revista Mirante**, Pires do Rio – GO, v 2, n. 1, 2007. Disponível em: <[https://laboter.iesa.ufg.br/up/214/o/Artigo\\_-\\_CERRADO.pdf](https://laboter.iesa.ufg.br/up/214/o/Artigo_-_CERRADO.pdf)>. Acesso em: 26/11/2016.

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. **Water of Food, Water for life: A comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.** London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). **Manual de conservação da água na indústria.** Rio de Janeiro: DIM, 2006.

FERNANDES, A. M. C. P. **Clima da região de Goiânia.** 2002. Disponível em: <<http://www2.ucg.br/arq/aula/ctau/ClimaGoiania.PDF>>. Acesso em: 26/11/2016.

FIRJAN. Escassez de água e energia. **Súmula Ambiental**, Rio de Janeiro, ano XIX, n° 218, abril 2015.

FUJIMOTO *et al.*, (2002). **Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias.** IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2002. Foz do Iguaçu, maio. Pgs. 1877 – 1886.

GONÇALVES, O. M.; AMORIM, S. V. **Programa Nacional de Combate ao desperdício de água: Roteiros para Códigos de Prática.** Brasília – DF: 1999. 18 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007). Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 24/05/2016.

Instituto de Meteorologia – INMET. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 26/11/2016.

LOPES, P. D. Água no séc. XXI: desafios e oportunidades. **Debater a Europa**, n. 1, junho/dezembro 2009. Disponível em: <<http://www.europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa/>>. Acesso em 18/07/16.

MARQUES, A. J. L.; SILVA, S. B.; CRUVINEL, K. A. S.; FERREIRA, E. M.; Uso racional da água em concessionária de veículos – Estudo de Caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 891-899, 2015.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento da água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NUNES, L.; FERNANDES, J., et al.; **Disponibilidade de água doce no planeta**: Existe água doce suficiente para satisfazer as necessidades do planeta?. 2009.

NUNES, R. T. S. **Conservação da Água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping Center**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 144 p. 2006.

OLIVEIRA, F. R. G. **Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional de água em escolas estaduais de Minas Gerais**. 2013. 193 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

OLIVEIRA, L. H.; CAMPOS, L. C., et. al. **Guia de Conservação da água em domicílios** – FUNASA – Brasília, 2006. 60p.

PEREIRA, L. R.; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M. Y. M.; **Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m<sup>2</sup> de cobertura**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) \_ Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2008.

PURA / USP. Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.pura.usp.br>>. Acesso em 18/06/2016.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **BAHIA ANÁLISE & DADOS**, Salvador, v.13, n. ESPECIAL, p.341-345, 2003.

Sabesp e Fecomércio. **O Uso Racional da Água no Comércio**. São Paulo, 2009. Disponível em:

<[http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/sabesp\\_doctos/cartilha\\_fecomercio.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/sabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf)>. Acesso em 13/05/16.

Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO. Resolução N°. 093/2016. Disponível em: <[https://www.saneago.com.br/site/agencia/tabela\\_tarifas\\_agua\\_esgoto.pdf](https://www.saneago.com.br/site/agencia/tabela_tarifas_agua_esgoto.pdf)>. Acesso em: 22/11/16.

SANTOS D., LOBATO M. VOLPI N., BORGES L. Hierarquização de medidas de conservação de água em edificações residenciais com o auxílio da análise multicritério. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, jan/mar. 2006.

SANTOS, D. **Programa de gestão de uso das águas nas edificações**. Curitiba: UFPR/CNPq, 2001. Projeto de Pesquisa encaminhado ao CNPq.

SAUTCHUK et al., **Conservação e Reúso da água em Edificações**. 1. ed. São Paulo: Prol Editora, 2005. 152 p.

SAUTCHUK, C.A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SELBORNE, L. **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento.** Brasília: UNESCO, 2001. 80 p.

STEFANELLI, A.; OLIVEIRA, M.A. **Estudo sobre o uso racional de água no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.** 2009. 100 p. Monografia (Engenharia Civil) – UNIFEB, Barretos, São Paulo, 2009.

The New York Times. NEW YORK FAILING TO USE \$600 MILLION FOR WATER SYSTEM. 1991. Disponível em: <http://www.nytimes.com>. Acesso em: 12/06/16.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água.** São Paulo, 2006, 643 p.

UNESCO – Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um Mundo Sustentável. 2015. Disponível em: <[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/imagens/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/imagens/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)>. Acesso em: 23/05/16.

United Nations – Department of Economic and Social Affairs, Population Division: World Population Prospect, the 2015 Revision. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wpp/>>. Acesso em: 19/07/16.

VASCONCELOS, L. F., FERREIRA, O. M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso.** 2007. Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf>>. Acesso em: 26/11/16.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos.** 1 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 231 p.

WWDR, Água para um mundo sustentável, 2015. Disponível em: <<http://www.unesco.org>>. Acesso em: 23/05/16.

YWASHIMA, L. A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo.** Dissertação (Mestrado). FEC-UNICAMP. Campinas/SP.2005. 312p.

ZANIBONI, N. **Equipamentos e metodologias para o controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água.** Ed. rev. São Paulo, 2009. 155 p.

## ANEXO 1

## QUESTIONÁRIO

## **Pesquisa: Uso Racional de Água**

Este questionário será utilizado exclusivamente para fins acadêmicos, na elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso. Não há necessidade de se identificar e existem perguntas direcionadas para o pessoal de setores específicos da clínica, caso você não esteja inserido (a) na área, as perguntas poderão ser deixadas sem respostas.

## Banheiros:

**1) Você lava as mãos:**

- a) ( ) sempre com a torneira aberta.
- b) ( ) com a torneira fechada durante o ensaboamento

**2) Você trocaria as bacias sanitárias por outras?**

- ( ) não
- ( ) sim

**3) Você usa as bacias sanitárias na clínica:**

- a) Quantas vezes por dia: \_\_\_\_\_  
Para xixi: \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_

**4) A descarga das bacias sanitárias:**

- a) ( ) aperta por pouco tempo, apenas um vez.
- b) ( ) aperta por pouco tempo, mais de uma vez.
- c) ( ) aperta por muito tempo.

## **Somente para os funcionários do setor de banho de tosa**

**5) No procedimento de banho dos animais:**

- a) ( ) o chuveiro fica aberto todo o tempo.
- b) ( ) com o chuveiro fechado durante o ensaboamento.

**6) Você mudaria o aparelho utilizado para banho/tosa:**

( ) Não      ( ) Sim, para qual? \_\_\_\_\_

**7) Você identifica a necessidade de adequação dos procedimentos de banho dos animais:**

( ) Não      ( ) Sim, sugestão? \_\_\_\_\_

**Somente para os funcionários que realizam a limpeza da clínica****8) Como é realizada a limpeza dos banheiros**

- a) ( ) com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde.
- b) ( ) com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade.
- c) ( ) com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água.

**9) A limpeza do piso das salas da administração geralmente é feita:**

- a) ( ) com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde.
- b) ( ) com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade.
- c) ( ) com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água.

**10) A limpeza do piso do Centro Cirúrgico geralmente é feita:**

- a) ( ) com pano e balde, sendo a torneira aberta somente para encher o balde.
- b) ( ) com mangueira/balde e rodo/vassoura, sendo a torneira deixada continuamente aberta durante a realização da atividade.
- c) ( ) com balde e rodo/vassoura, sendo o ponto de consumo aberto somente quando há necessidade de usar água.

**11) A forma usada para lavar os panos de limpeza e afins é:**

- a) ( ) ensaboa, esfrega e enxágua com a torneira sempre aberta.
- b) ( ) ensaboa, coloca de molho no tanque ou balde e enxágua em água corrente.
- c) ( ) ensaboa, coloca de molho no tanque ou balde e enxágua com água no balde ou tanque.

**12) Você já viu algum ponto de consumo de água (torneira) aberto? Em caso positivo, marque a frequência:**

( ) não ( ) sempre ( ) às vezes

E o motivo desse ponto ter ficado aberto:

( ) proposital ( ) quebrado ( ) esquecimento.

**13) Se aconteceu de você ver um ponto de água (torneira) aberto, qual foi sua atitude?**

( ) Fechou ( ) Não fechou

**14) Existe desperdício de água na clínica?**

( ) Não ( ) Sim, onde? \_\_\_\_\_