

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

Fernanda Raphaela Pantojo de Souza

**Proposição de sistema de captação de águas pluviais e caracterização das águas
residuárias do abrigo de animais domésticos de Juiz de Fora**

**Juiz de Fora
2019**

Fernanda Raphaela Pantojo de Souza

**Proposição de sistema de captação de águas pluviais e caracterização das águas
residuárias do abrigo de animais domésticos de Juiz de Fora**

Trabalho Final de Curso apresentado ao
Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e
Sanitária da Universidade Federal de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do título
de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Área de concentração: Engenharia Ambiental e
Sanitária

Linha de pesquisa: Saneamento

Orientador: Edgard Henrique Oliveira Dias

Coorientadora: Sue Ellen Costa Bottrel.

Juiz de Fora

2019

Fernanda Raphaela Pantojo de Souza

**Proposição de sistema de captação de águas pluviais e caracterização das águas
residuárias do abrigo de animais domésticos de Juiz de Fora**

Aprovada em 04 de dezembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edgard Henrique Oliveira Dias – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Emanuel Manfred Freire Brandt
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dra. Renata de Oliveira Pereira
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me guiado durante todos os meus anos de graduação e por me dado força para não desistir diante de tantos desafios.

Aos meus pais, Ana e Luís, por todo o amor, carinho e incentivo em todas as escolhas da minha vida. Agradeço também aos meus irmãos Natália e Bruno, pela cumplicidade, zelo e amor de sempre. A toda a minha família pelo estímulo e carinho nos meus anos de graduação.

A minha namorada, Joana, por todo apoio, incentivo, paciência, amor e companheirismo, você foi fundamental para essa conquista, muito obrigada!

Também gostaria de agradecer ao Engenheiros Sem Fronteiras e a Porte Empresa Júnior, que me mostraram que a engenharia é capaz de impactar vidas e que pessoas incríveis e movidas por um único propósito podem fazer coisas extraordinárias.

Ao prof. Edgard e a prof. Sue Ellen pelo direcionamento e apoio na elaboração deste trabalho. A Iramaia, técnica do LAQUA, que me auxiliou em todas as análises laboratoriais realizadas. Também gostaria de agradecer a Elisa, presidente da SJPA, que abriu as portas da ONG para que esse projeto acontecesse, e a arquiteta Kelly que, em parceria com este trabalho, está buscando realizar uma mudança significativa na vida dos animais atendidos pela SJPA.

Ao corpo docente da Engenharia Ambiental e Sanitária por tantos ensinamentos ao longo da graduação. Em especial ao professor Jonathas e ao professor Marconi, por tantos direcionamentos, conselhos, incentivos e confiança no meu trabalho ao longo do curso.

Muito obrigada também aos meus amigos de longa data e aos amigos que fiz durante a graduação, vocês são fundamentais na minha vida e fazem parte dessa conquista!

RESUMO

Estima-se que existam cerca de 52,2 milhões de cães e 22,1 milhões de gatos nos domicílios brasileiros. Entretanto, devido a diversos fatores sociais, muitos desses animais são abandonados nas ruas e devem ter um controle populacional rigoroso, visto que doenças como raiva, leishmaniose e entre outras podem ser transmitidas por eles. Diante da grande quantidade de animais em condição de vulnerabilidade nas ruas, a atuação de entidades protetoras dos animais, em sua maioria constituídas por ONGs, tem se tornado cada vez mais importante. Porém, devido ao fato desses abrigos produzirem muito barulho, a tendência é de que eles se instalem em locais afastados dos centros urbanos, com ausência de infraestrutura básica como abastecimento de água e de esgoto. O estudo teve como objetivo a proposição de um sistema de captação de águas pluviais e a caracterização dos efluentes gerados pela Sociedade Juizforense de Proteção aos Animais e ao Meio Ambiente (SJPA). A SJPA abriga aproximadamente 500 cães e 100 gatos e está localizado na cidade de Juiz de Fora. Para o dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais foi utilizado o método de Rippl e para a caracterização do efluente foram realizadas análises no Laboratório de Qualidade Ambiental da UFJF (LAQUA). Como resultados da pesquisa verificou-se que a captação de águas pluviais apresentou suprimento completo das demandas de água não potável do abrigo apenas nos meses de janeiro, novembro e dezembro. Entretanto, a instalação do sistema apresenta potencial de suprir 51,7% de toda demanda anual da SJPA. Em termos de caracterização do efluente do abrigo, foram observadas as seguintes concentrações nos efluentes do canil estudado: 2.885-7.000 mg/L de DQO; 3.620-29.665 mg/L de ST; 1.838-1.994 mg/L de NTK; e 193-163 mg/L de P_{TOTAL}. Os resultados demonstram grande potencial poluidor do efluente, o que indica a necessidade de tratamento e/ou disposição final adequados.

Palavras-chave: Animais abandonados; Aproveitamento de Água Pluvial; Efluente de Canil.

ABSTRACT

It is estimated that there are 52.2 million dogs and 22.1 million cats in Brazilian houses. However, due to various social factors, many of these animals are abandoned on the streets. A strict population control of abandoned animals is required as diseases such as rabies and leishmaniasis can be transmitted by them. Given the large number of vulnerable animals on the streets, the role of animal protection organizations, mostly NGOs, has become increasingly important. However, because animal shelters are associated with loud noises, they tend to be located far from urban centres, with no basic infrastructure such as water supply and sewage systems. Within this context, this study aimed at proposing a rainwater harvesting system and characterizing the effluents generated by the Juiz de Fora Society for the Protection of Animals and the Environment (SJPA). The SJPA houses approximately 500 dogs and 100 cats and is located in the city of Juiz de Fora, Brazil. For the design of the rainwater harvesting system, the Rippl method was applied. The effluent characterization was performed at the Laboratory of Environmental Quality (LAQUA) of the UFJF. The proposed rainwater harvesting system demonstrated to be able to supply 51,7% of the non-potable water annually demanded by the animal shelter (100% in January, November and December). In terms of characterization of the effluent, the following concentrations were observed: 2,885-7,000 mg/L of COD; 3,620-29,665 mg/L of TS; 1,838-1,994 mg/L of TKN; and 193-163 mg/L P_{TOTAL}. The results indicate the need for adequate treatment and/or final disposal of the effluents.

Keywords: Abandoned animals; Rainwater Harvesting System; Kennel Effluents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do abrigo de Animais SJPA.	15
Figura 2 – Planta atual do abrigo de Animais (SJPA).	16
Figura 3 – Disposição das baias e um dos pátios de permanência dos animais (A) e detalhe de uma das baias (B).	17
Figura 4 – Disposição das baias (A) e local de permanência dos gatos (B).	17
Figura 5 – Reservatório principal com capacidade de 10 m ³	18
Figura 6 – Representação da planta arquitetônica da reestruturação do abrigo de Animais (SJPA).	19
Figura 7 – Precipitação média mensal de Juiz de Fora entre os anos de 1998 e 2018.	21
Figura 8 – Localização da maior fossa do abrigo (Fossa 1).	22
Figura 9 – Indicação das baias interligadas ao ponto de coleta 1 (A) e detalhe da tubulação aparente do ponto de coleta 1 (B).	23
Figura 10 – Indicação das baias interligadas ao ponto de coleta 2 (A) e detalhe da tubulação aparente do ponto de coleta 2 (B).	23
Figura 11 – Fluxograma das atividades de lavagem do SJPA.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização de efluente após gradeamento: Canil Parque São Francisco de Assis (Lavras – MG).	6
Tabela 2 – Comparação de estudos sobre a caracterização físico-química de efluentes de dejetos suínos.	7
Tabela 3 – Caracterização de efluente de bovino cultura.	8
Tabela 4 – Caracterização típica de esgotos domésticos.	8
Tabela 5 – Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis	13
Tabela 6 – Frequência de manutenção	14
Tabela 7 – Dados pluviométricos do município de Juiz de Fora.....	20
Tabela 8 – Dimensões das fossas existentes no abrigo.	22
Tabela 9 – Dados de consumo de água no abrigo de animais.	26
Tabela 10 – Dados de entrada para o dimensionamento do sistema.	27
Tabela 11 – Simulação do sistema de captação de águas pluviais	27
Tabela 12 – Simulação de tamanho ideal para o reservatório.	28
Tabela 13 – Orçamento preliminar de instalação do sistema de captação de águas pluviais...30	
Tabela 14 – Caracterização do efluentes do abrigo de animais (SJPA).	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVO	4
2.1	Objetivo Geral.....	4
2.2	Objetivos Específicos.....	4
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1	Histórico dos abrigos de animais no Brasil.....	5
3.2	Efluentes de origem animal	6
3.3	Aproveitamento de águas pluviais	9
3.3.1	Métodos práticos.....	9
3.3.2	Métodos de Simulação.....	11
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1	Caracterização da área de estudo	15
4.2	Abastecimento de água no abrigo	18
4.2.1	Dimensionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais.....	18
4.3	Caracterização do efluente.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1	Caracterização do local	25
5.2	Dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais.....	26
5.3	Caracterização do efluente.....	30
5.3.1	Matéria orgânica e sólidos	31
5.3.2	Nutrientes.....	32
5.3.3	Potencial Hidrogeniônico (pH) e Alcalinidade	34
6	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2013, em aproximadamente 44,3% dos domicílios brasileiros existia ao menos um cachorro, sendo que a população desses animais domésticos foi estimada em 52,2 milhões (IBGE, 2015). Já a população felina estava presente em aproximadamente 17,7% dos domicílios, totalizando cerca de 22,1 milhões de gatos vivendo nos domicílios brasileiros (IBGE,2015). Porém, diante de diversos fatores sociais, muitos desses animais são abandonados nas ruas e acabam se reproduzindo, o que contribui para o aumento do número de animais abandonados nos logradouros.

O controle populacional de cães e gatos nas vias públicas é extremamente importante, visto que esses animais podem transmitir diversas doenças como raiva, leishmaniose e entre outras (BASTOS, 2013). Na década de 1970, a Organização Mundial da Saúde (OMS), através do 6º Relatório do Comitê de Especialistas em Raiva, recomendava que animais abandonados deveriam ser sacrificados a fim de controlar e minimizar a proliferação de doenças causados por estes (WHO, 1973). Segundo Santana *et al.* (2004), os métodos utilizados para o extermínio desses animais muitas vezes eram classificados como cruéis, e ao longo das décadas, essas ações foram questionadas e reprimidas por diversos países, fazendo com que elas começassem a cair em desuso devido ao alto grau de crueldade.

No Brasil, apesar de já existirem menções em documentos jurídicos a respeito da proteção de animais, foi expedido o Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934 (BRASIL, 1934), que estabelece medidas de proteção aos animais. No decreto foram estabelecidas as definições de maus tratos aos animais e uma multa para quem praticasse tal ato. Somente no ano de 1941, diante do Decreto-Lei nº 3.688, de 03 de outubro de 1941 (BRASIL, 1941), que os maus tratos aos animais passaram a ser considerados uma infração penal com punição através de prisão e multa. Diversas outras legislações para a proteção dos animais foram instituídas no Brasil, destacando-se a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), também conhecida como a Lei de Crimes Ambientais, que possui artigos que tratam diretamente dos crimes cometidos contra os animais silvestres ou domésticos (TINOCO, 2010).

No estado de Minas Gerais, de acordo com a Lei nº 21.970, de 15 de janeiro de 2016 (MINAS GERAIS, 2016), que dispõe sobre a proteção, a identificação e o controle populacional de cães e gatos no estado, fica vedado o extermínio desses animais para controle populacional. No ano de 2016, alguns meses após a normatização da Lei 21.910/2016, foi sancionada no

município de Juiz de Fora, a Lei nº 13.342, de 19 de abril de 2016 (JUIZ DE FORA, 2016), que estabelece o Conselho Municipal de Proteção dos Animais (COMPA) e o Fundo Municipal de Proteção aos Animais (FUNPAN). Esse órgão está vinculado ao Departamento de Limpeza Urbana (DEMLURB), e tem como objetivo apoiar ações de proteção aos animais no Município de Juiz de Fora (PJF, 2019).

Ressalta-se que apesar da necessidade de abrigar os cães e gatos abandonados na cidade de Juiz de Fora, existe apenas um abrigo de animais pertencente a prefeitura e cerca de três abrigos que são administrados por ONGs.

Devido ao fato de os abrigos de animais produzirem muito barulho, causando um desconforto para a população limítrofe ao mesmo, a tendência desses abrigos é de se instalarem em locais afastados da zona central do município. Com isso, muitas vezes os abrigos buscam a sua instalação em áreas rurais da cidade, aonde não existem uma infraestrutura básica como redes de abastecimento de água e de efluentes.

Diante disso, muitas vezes os abrigos encontram dificuldades no recebimento de água potável. Assim, em virtude do grande consumo, quando possível, sistemas alternativos de obtenção de água são utilizados, como perfuração de poços e captação de águas pluviais. Entretanto, devido a necessidade de investimento financeiro nos sistemas alternativos, a administração dos abrigos muitas vezes opta por obter água através de caminhões pipa.

Além disso, devido à grande quantidade de animais, os abrigos são caracterizados por gerar uma vazão elevada de efluentes que são originados em atividades distintas, como lavagem das baias, banho e dessedentação dos animais, além dos efluentes sanitários advindos das sedes administrativas do local. A destinação desses efluentes é algo preocupante devido a sua grande carga orgânica, que dificulta o lançamento na rede coletora da companhia de saneamento local, e nos casos de falta dessa, necessita de espaço físico para a implantação dos sistemas de tratamento e destinação final de efluentes.

O local em estudo do presente trabalho é a Sociedade Juizforense de Proteção aos Animais e ao Meio Ambiente (SJPA). A SJPA conta com a atuação do DEMLURB, que fornece cerca de três funcionários diariamente para a limpeza e higienização das baias dos animais.

A SJPA está localizada na área rural do município de Juiz de Fora, aonde não existe rede de abastecimento de água e nem rede coletora de esgoto. Dessa forma, a Organização não governamental (ONG) utiliza a água que é fornecida semanalmente por caminhão pipa da Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) de Juiz de Fora. Diante da grande demanda de água não potável, principalmente para atividade de lavagem das baias, é de extrema relevância que seja instalado no local um sistema alternativo de água, como por exemplo

sistema de aproveitamento de água de chuva. Outro fator ambiental relevante é a situação atual do lançamento de efluentes da ONG. O local conta com cerca de seis fossas negras espalhadas pelo local, onde os dejetos dos animais são lançados sem nenhum controle. Como as fossas não contam com sistema posterior de tratamento, a administração da ONG é responsável por contratar uma empresa para realizar a limpeza periódica das fossas. Porém, devido ao elevado custo de manutenção do abrigo, frequentemente as fossas encontram-se saturadas, provocando vazamentos no terreno, o que causa prejuízo ambiental.

Diante desse contexto, o presente trabalho objetivou a caracterização do efluente gerado pela SJPA, a fim de verificar as possibilidades de destinação adequada do efluente, minimizando os impactos ambientais causados pela ONG. Além disso, foi estudada a viabilidade de implementação de um sistema de captação de águas pluviais no local, a fim de auxiliar nas altas demandas de água não potável do abrigo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como principal objetivo a proposição de sistema de aproveitamento de água pluviais e a caracterização dos efluentes gerados pela Sociedade Juizforense de Proteção aos Animais e ao Meio Ambiente (SJPA).

2.2 Objetivos Específicos

- Dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais;
- Caracterização qualitativa do efluente;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico dos abrigos de animais no Brasil

O abandono dos animais nas vias públicas é uma situação de interesse público e social, visto que a ausência do controle populacional de cães e gatos pode ocasionar a transmissão de doenças, a proliferação de parasitas, acidentes envolvendo transeuntes, poluição sonora e ambiental entre outros fatores (BASTOS, 2013; WHO, 1990).

Segundo Souza (2011), na década de 1960 o ministério da agricultura realizou um estudo a fim de verificar os focos de raiva no país, sendo que a principal causa da proliferação dessa zoonose foi atribuída a população canina existente nas ruas. Diante disso, a ação realizada para minimização da doença foi a vacinação de alguns cães e extermínio de parte da população de cachorros abandonados nos logradouros (SOUZA, 2011). Em esfera mundial, na década de 1970, as ações de extermínio de animais abandonados eram estimuladas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para o controle de zoonoses (WHO, 1973).

A implantação de uma legislação específica e a criação de entidades de proteção aos animais foram estimuladas durante as décadas em que ocorreram extermínios para o controle populacional de animais abandonados. Tais eventos fizeram com que a própria população buscasse abrigar cães e gatos em suas residências ou sítios próximos aos centros urbanos (BORTOLOTI, 2007; BASTOS 2013).

As ações de captura e eliminação de animais passaram a ser recriminados por grande da população de diversos países, diante do elevado grau de crueldade associados aos métodos utilizados (SANTANA *et al.*, 2004). Além disso, tais ações não possuíam a efetividade esperada no controle de zoonoses, além de serem onerosas (BORTOLOTI, 2007).

Com isso, a Organização Mundial da Saúde assumiu a falta de efetividade no extermínio de animais, sendo que as metodologias recomendadas para controle da população canina nas ruas passaram a contemplar os métodos de restrição de movimentos, controle de habitat e controle na reprodução (WHO, 2005).

Diante do novo cenário, foi necessário a implantação de abrigos de animais por parte do poder público. Entretanto, segundo Soto *et al.* (2006) é inviável que os órgãos públicos mantenham todos os animais resgatados por um período indefinido de tempo nas instalações dos canis, visto os custos de manutenção associados. Diante disso, as entidades de proteção constituídas por ONG's se tornaram mais presentes e atuantes nas causas animais.

3.2 Efluentes de origem animal

Os efluentes gerados por animais possuem características distintas. A principal variação está nas espécies analisadas, no porte dos animais e nas formas de criação dos mesmos. Diversos estudos existem para a caracterização e desenvolvimento de tecnologias de tratamento dos efluentes gerado pela criação de outros animais como suínos e bovinos, porém os efluentes advindos de abrigos de animais domésticos, como cães e gatos, não possuem tantos estudos voltados para essa área (SOUZA, 2015).

Um dos estudos brasileiros mais recentes sobre efluentes gerados por cães foi realizado por Souza (2015), em um abrigo de animais domésticos na cidade de Lavras (MG). O estudo possuía como objetivo caracterizar os efluentes gerados pelo canil Parque São Francisco de Assis, que atendia cerca de 400 cães, bem como o tratamento dos efluentes. No estudo foram analisados três pontos ao longo do sistema de tratamento: Ponto 1, após o sistema de gradeamento; Ponto 2, na entrada do primeiro tanque de estabilização; e o Ponto 3, na saída do último tanque de estabilização.

Ressalta-se que não foi analisado por Souza (2015) um ponto aonde o efluente estaria bruto, sem ter sofrido a interferência de nenhuma das etapas do sistema de tratamento do local. Diante disso, o Ponto 1 é o que mais se aproximada das condições de efluente bruto. Os resultados encontrados estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização de efluente após gradeamento:
Canil Parque São Francisco de Assis (Lavras – MG).

Parâmetros	Ponto 1
pH	7,2 ± 0,3
DBO (mg/L)	190 ± 53
DQO (mg/L)	612 ± 76
Sólidos Totais (mg/L)	926 ± 205
Sólidos Suspensos (mg/L)	313 ± 132
Fósforo (mg/L)	165 ± 36
Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) (mg/L)	92 ± 38

Fonte: Adaptado Souza (2015)

Observa-se que os parâmetros encontrados no estudo realizado no canil Padre Francisco apresentam valores de pH, DBO, DQO e Sólidos (ST e SS) próximos ao apresentado pela literatura para efluentes domésticos. Entretanto, os valores de Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)

e Fósforo (P) estão mais elevados do que as médias encontradas para tal efluente (SOUZA, 2015).

Jaworski e Hickey (1962), conforme citado por Souza (2015) realizaram um estudo da água residuárias da lavagem de um canil localizado em Washington D.C. nos Estados Unidos. O canil possuía cerca de 300 cães e realizavam o procedimento de raspagem das baias antes da lavagem das mesmas. Diante disso, foram obtidos valores máximos de DBO de 660 mg/L, sólidos totais de 1.630 mg/L e sólidos voláteis de 1.230 mg/L.

Devido à ausência de estudos relacionados a efluentes gerados em abrigo de animais domésticos, a fim de comparação serão apresentados estudos realizados sobre a geração de efluentes da suinocultura, que é uma atividade bastante desenvolvida no Brasil e que possui impactos ambientais expressivos devido as características físico-químicas do efluente gerado.

A composição dos dejetos suínos é variável de acordo com a quantidade de água utilizada nos processos de produção, o tipo de alimentação dos animais e a idade dos mesmos (OLIVEIRA,1993). Tavares (2012) realizou a comparação de diversos estudos sobre a caracterização físico-química de dejetos produzidos por suínos. O autor ressalta a dificuldade de comparação dos resultados obtidos pois em diversas pesquisas não é possível identificar as condições em que as coletas e análises foram realizadas. Além disso, é possível verificar a discrepância de alguns resultados, sendo que os valores de concentração máximas e mínimas estão evidenciados na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação de estudos sobre a caracterização físico-química de efluentes de dejetos suínos.

Parâmetros	Concentração mínima (mg/L)	Concentração máxima (mg/L)
DQO	11.530	115.690
Fósforo total	320	2.500
Nitrogênio total	1.660	8.750
pH	6,78	7,72
Sólidos totais	12.700	99.800
Sólidos voláteis	8.430	79.060

Fonte: Adaptado de Tavares (2012)

Além dos efluentes de dejetos suínos, os efluentes gerados pela bovinocultura também são caracterizados por uma elevada carga orgânica. A Tabela 3 apresenta a caracterização de efluentes de bovinocultura. É observado, assim como os da suinocultura, uma discrepância considerável quando comparadas as encontradas por Souza (2015) para os efluentes de animais

domésticos. Tal variação pode ser explicada devido ao porte dos animais, que possuem cerca de 400 kg em média. Além de alimentação, maneiras de criação e entre outros fatores.

Tabela 3 – Caracterização de efluente de bovino cultura.

Parâmetros	Dejetos puros - Bovinos
pH	7,21
DBO (mg/L)	18.028
DQO (mg/L)	51.776
Sólidos Totais (mg/L)	148550
Sólidos sedimentáveis (mg/L)	-
Fósforo (mg/L)	1.152
Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) (mg/L)	3.021

Fonte: Campos *et al.* (2002)

A fim de comparação também serão abordados os parâmetros típicos para o efluente doméstico. O esgoto doméstico é proveniente de residências, edifícios ou qualquer outra localidade em que haja a utilização de água para atividades domésticas e é caracterizado por possuir cerca de 99,9% de água, sendo que a parcela restante (0,1%) é composta por sólidos e microrganismos (JORDÃO e PESSOA, 2017; VON SPERLING, 2014). Os principais parâmetros utilizados para a caracterização deste efluente estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização típica de esgotos domésticos.

Parâmetros	Jordão e Pessoa (2017)	Von Sperling (2014)
DBO (mg/L)	400	300
DQO (mg/L)	800	600
Sólidos Totais (mg/L)	1160	1100
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	360	350
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	280	320
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	80	80
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	800	700
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	300	300
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	500	400
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	20	15
pH	6,5 a 7,5	7,0
Fósforo Total (mg/L)	20	7
Nitrogênio Total (mg/L)	85	50
Nitrogênio Orgânico (mg/L)	35	20

Fonte: Adaptado de Jordão e Pessoa (2017) e Von Sperling (2014)

3.3 Aproveitamento de águas pluviais

No Brasil, a principal legislação existente para a orientação das ações relacionadas aos recursos hídricos é a Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Em âmbito estadual, em janeiro de 1999 foi instituída em Minas Gerais a Lei nº 13199, de 29 de janeiro de 1999 (MINAS GERAIS, 1999), que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH).

Diante da ausência de legislações específicas para a utilização e dimensionamento de sistemas alternativos de água, como o de águas pluviais, foi estabelecida pela ABNT a NBR 15.527/2007 (ABNT,2007). Essa norma técnica estabelece critérios e orientações para a captação e armazenamento de águas pluviais e o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Em âmbito municipal, Juiz de Fora estabeleceu-se no ano de 2018, a Lei nº 13.662, de 15 de fevereiro de 2018 (JUIZ DE FORA, 2018), que institui a Política Municipal de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais. Essa legislação municipal possui como objetivos a promoção do uso racional da água através do aproveitamento das águas pluviais, estimulando o uso dessas.

Para pequenos empreendimentos, os sistemas adotados podem ser simplificados, facilitando a sua instalação. Com isso, para o dimensionamento dos sistemas, além das legislações e das normas técnicas existentes, existem alguns métodos instituídos pela literatura, sendo eles: método Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês, método australiano, método da simulação, método de Rippl e entre outros (RUPP *et al.*, 2011).

3.3.1 Métodos práticos

O Método de Azevedo Neto, ou também conhecido como método prático brasileiro, é um método que indica o volume do reservatório a partir da precipitação média anual, área de coleta em projeção e número de meses por ano de seca ou com pouca chuva, como apresentado na Equação 1 (ABNT, 2007; DORNELLES, 2012). De acordo com Rupp (2011), o método de Azevedo Neto resulta em reservatórios maiores do que o ideal.

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

Equação 1

Sendo:

V = Volume do reservatório (L); P = Precipitação média anual (mm); A = Área de coleta em projeção (m²); T = Número de meses por ano com pouca chuva ou seca.

O método prático alemão é um método empírico que utiliza para o volume do reservatório com base em 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável (AMORIM, 2008). O dimensionamento do volume do reservatório é realizado de acordo com a Equação 2.

$$V_{adotado} = \min(V; D) \times 0,06 \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

V_{adotado} = Volume do reservatório (L); D = Demanda anual de água não potável (L); V = Volume anual de água de chuva aproveitável (mm).

A ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007) também cita o método prático inglês, que como o prático alemão também é um método empírico. O volume do sistema é obtido a partir da precipitação média anual e da projeção da área de coleta, como apresentado na Equação 3.

$$V = 0,05 \times P \times A \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

V = Volume do reservatório (L); P = Precipitação média anual (mm); A = Área de coleta em projeção (m²).

O método prático australiano calcula a quantidade de chuva produzida a partir da Equação 4 (ABNT, 2007). Em seguida, o volume do reservatório é calculado por tentativas, de acordo com a Equação 5.

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad \text{Equação 4}$$

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad \text{Equação 5}$$

Sendo:

Q = Volume mensal produzido pela chuva (L); P = Precipitação média anual (mm); C = Coeficiente de escoamento superficial, usualmente 0,8; I = Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, usualmente 2 mm; A = Área de coleta (m^2); V_t = Volume presente no tanque no fim do mês t (L); V_{t-i} = Volume presente no tanque no início do mês t (L); Q_t = Volume mensal de chuva no mês t (L); D_t = Demanda mensal (L).

Nota: Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio.

Quando $V_{t-1} + Q_t - D < 0$, $V_t = 0$. Assim, o volume do tanque do escolhido será T (ABNT, 2007).

Segundo Dornelles (2012) os métodos práticos apresentam uma maior limitação, pois utilizam a proporcionalidade entre a precipitação e o volume dos reservatórios e não consideram as sazonalidades da precipitação do local. Entretanto esses métodos apresentam como vantagem a facilidade de uso e o embasamento da norma técnica brasileira (DORNELLES, 2012). Segundo Dornelles (2010), os diversos métodos apresentam uma grande variação de resultados, entretanto o método que apresenta os menores volumes para o reservatório é prático alemão.

3.3.2 Métodos de Simulação

O método da simulação não leva em consideração a evaporação da água. Para o dimensionamento do reservatório é considerado um reservatório finito de acordo com as Equações 6 e 7 (ABNT, 2007). Para este método deve-se considerar o relatório cheio no início da contagem e os dados históricos são representativos para condições futuras (ANBT, 2007).

$$S_t = Q_t + S_{(t-1)} - D_t \quad \text{Equação 6}$$

$$Q_t = C \times P \times A \quad \text{Equação 7}$$

Considerando $0 < S_t < V$

Sendo:

S_t = Volume de água no reservatório no tempo t (m^3); Q_t = Volume de chuva aproveitável no tempo t (m^3); D_t = Demanda ou consumo no tempo t (m^3); V = Volume do reservatório fixado (m^3); C = Coeficiente de escoamento superficial. A = Área de captação (m^2); P = precipitação média no tempo t (mm);

O método mais utilizado para dimensionamento de sistemas de captação de águas pluviais é o método Rippl (AMORIM, 2008; TOMAZ, 2011). De acordo com a ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007), para a aplicação da metodologia, é necessário que seja estudada as condições pluviométricas do município de aplicação do sistema, como médias pluviais mensais, pois as precipitações obtidas são transformadas em dados de entrada para o dimensionamento. São consideradas também as demandas médias de utilização de água, as áreas de captação dos telhados e o coeficiente de *runoff*. Este coeficiente varia conforme a superfície e indica a razão entre volume total de escoamento e o volume total precipitado (ABNT, 2007), e varia de acordo com o material do telhado. O cálculo do volume do reservatório é realizado através das Equações 8 a 10. Ressalta-se que neste método podem ser utilizadas as séries históricas mensais ou diárias (ABNT, 2007).

$$S_t = D_t - Q_t \quad \text{Equação 8}$$

$$Q_t = C \times P \times A \quad \text{Equação 9}$$

$$V_t = \Sigma S_t \quad \text{Equação 10}$$

Sendo:

S_t = volume de água no reservatório no tempo t (m^3); D_t = demanda ou consumo no tempo t (m^3); Q_t = volume de chuva aproveitável no tempo t (m^3); C = coeficiente de *runoff*; P = precipitação média no tempo t (mm); A = Área de disponível para captação (m^2); V_t = volume do reservatório (m^3); S_t = volume de água no reservatório no tempo (m^3).

Ressalta-se que para um melhor aproveitamento da água pluvial, podem ser escolhidos reservatórios com menores volumes e mais baixo custo de implantação, o que viabiliza a utilização dos sistemas (BRANDÃO, 2018). Tais reservatórios devem, porém, atender as demandas de uso de água de chuva.

De acordo com Tomaz (2007), as primeiras águas advindas dos telhados (*first flush*) contém uma série de impureza como folhas, detritos, poeira entre outros. Dessa maneira, é recomendado que os primeiros volumes de águas pluviais sejam descartados, a fim de evitar a contaminação do reservatório com material indesejado. O volume de primeira lavagem, ou *first flush*, pode variar entre 0,4 L/ m^2 a 8 L/ m^2 , de acordo com o local. Entretanto, quando não há estudos relacionados para a localidade, deve ser utilizado um valor de 2 L/ m^2 para a precipitação inicial (TOMAZ, 2007; ABNT 2007). Outro cuidado relevante relaciona-se ao dispositivo de

bombeamento de água do reservatório, que deve ser localizado a uma distância mínima do fundo do reservatório, de modo a evitar que detritos sedimentados prejudiquem o funcionamento da bomba (LABRANCHE *et al.*, 2007).

As águas advindas do sistema de captação de águas pluviais podem ser utilizadas em sanitários, na lavagem de pisos, de veículos, irrigação de jardins entre outros, essas águas também podem ser utilizadas para outras finalidades, como na indústria para a climatização interna, limpeza industrial e entre outros, ou na agricultura para a irrigação de plantações. Para tanto, deve ser observada a qualidade necessária para tais atividades (FONTANELA *et al.*, 2012). Os parâmetros de qualidade recomendados pela ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007) para usos não potáveis estão indicados na Tabela 5.

Tabela 5 – 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 ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
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

^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção; ^b uT = unidade de turbidez; ^c uH = unidade Hazen

Fonte: ABNT (2007)

Também é necessário que a água passe por uma desinfecção, que deve ser escolhida a critério do projetista. Podem ser utilizados sistemas de desinfecção com raios ultravioleta, ozônio, cloradores do tipo flutuante com a utilização de pastilhas de cloro, ou quando existe a necessidade de residual de cloro, derivados clorados (ABNT, 2007; JABUR, 2011). Ressalta-se que o ponto de abastecimento com o sistema de água pluvial deve ser identificado como ponto de água não potável, para que o usuário não utilize de forma equivocada esse recurso hídrico (ABNT, 2007).

O sistema de captação de águas pluviais deve passar por manutenções periódicas em suas diversas unidades, sendo que a recomendação da ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007) está indicada na Tabela 6.

Tabela 6 – Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte de escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Mensal

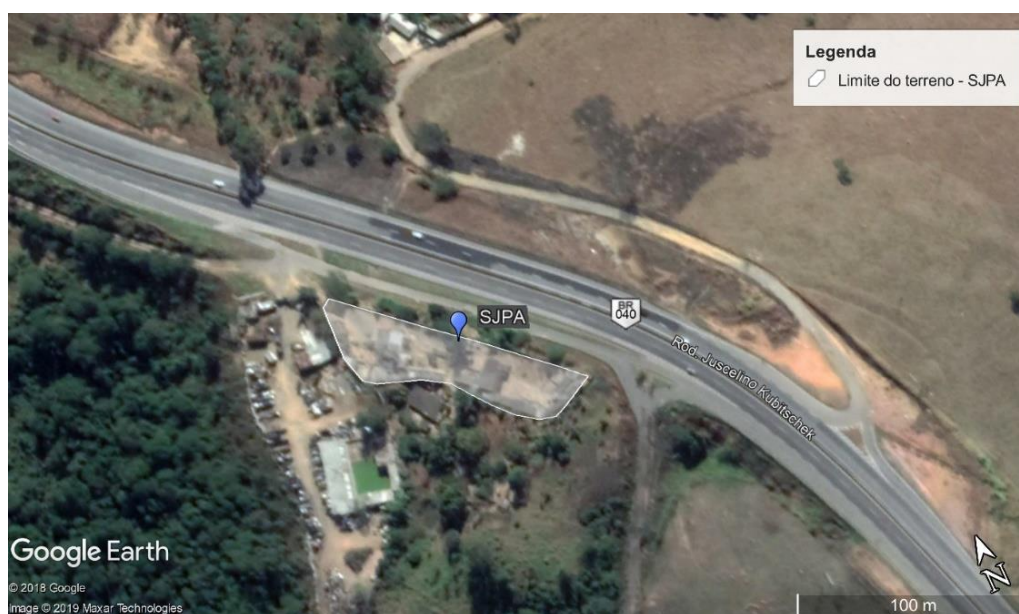
Fonte: ABNT, 2007

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

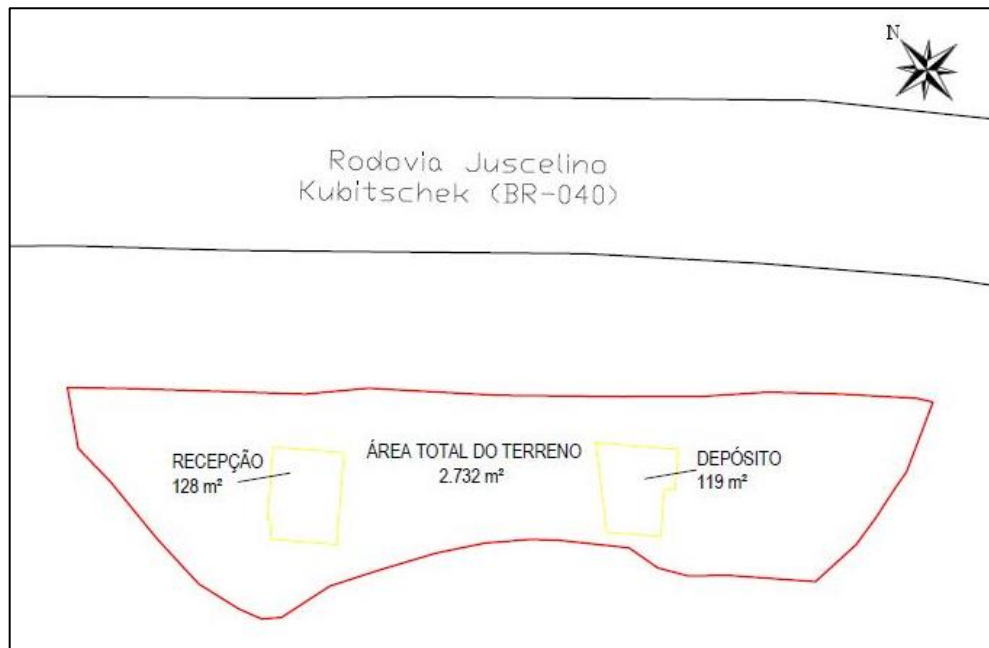
O local de estudo foi a Sociedade Juizforense de Proteção aos Animais e ao Meio Ambiente (SJPA) que está localizada no município de Juiz de Fora, coordenadas $21^{\circ}45'16.26''S$ e $43^{\circ}26'37.20''O$, às margens da BR-040 aproximadamente no km 787 (Figura 1). O terreno possui aproximadamente 2731,5 m², sendo que a sede administrativa principal possui 128,4 m² e a uma segunda edificação, que é utilizada como um depósito e abrigo para os animais e possui 118,91 m², totalizando 246,5 m² de área construída (Figura 2). Ressalta-se que atualmente o abrigo está sendo contemplado por um projeto arquitetônico, que visa realizar uma série de melhorias nas instalações do local, este projeto será detalhado mais a frente neste trabalho.

Figura 1 – Localização do abrigo de Animais SJPA.



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 2 – Planta atual do abrigo de Animais (SJPA).



Fonte: Arquivo próprio

A SJPA possui três funcionários fixos que realizam a limpeza do local. Além dos funcionários, a ONG também é beneficiada com a atuação constante de voluntários que auxiliam nas diversas demandas existentes no abrigo.

Na SJPA existem cerca de 600 animais, sendo que destes aproximadamente 500 são cães e 100 são gatos. Esse número é variável, visto que animais chegam constantemente ao abrigo, seja por resgate ou por nascimento, ao mesmo tempo que animais deixam o abrigo, seja por meio adoção ou de falecimento. De acordo com os funcionários do local, a quantidade de animais que chegam ao abrigo costuma ser superior aos que saem, visto que o número de animais resgatados pela ONG é superior ao número de adoções.

Alguns cães são alocados em baias existentes no local e outros ficam soltos no pátio do abrigo. Essa seleção é realizada seguindo critérios como porte do animal, adaptação do animal à SJPA, necessidade de isolamento entre outros. Ressalta-se que as baias não são padronizadas, pois a construção foi realizada sem critérios específicos e conforme a demanda de recebimento dos animais. Já os gatos possuem um local específico de permanência. Na Figura 3 e na Figura 4 é possível observar as possibilidades de permanência dos cachorros e gatos no abrigo.

Figura 3 – Disposição das baias e um dos pátios de permanência dos animais (A) e detalhe de uma das baias (B).



Fonte: Autoria Própria

Figura 4 – Disposição das baias (A) e local de permanência dos gatos (B).



Fonte: Autoria Própria

4.2 Abastecimento de água no abrigo

Devido ao fato do abrigo estar localizado na área rural da cidade de Juiz de Fora, não existe rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário no local. O canil possui dificuldades de acesso à água para usos potáveis e não potáveis. Atualmente, o local é abastecido semanalmente por cerca de 3 caminhões pipas, cada um com capacidade de 15 m³, totalizando 45 m³ de água por semana.

A água é inicialmente recebida em um reservatório que possui capacidade de 10 m³ e está localizado próximo à entrada do abrigo (Figura 5). O reservatório direciona a água, com o auxílio de uma bomba, para as demais caixas d'água existentes no local, totalizando 5 reservatórios intermediários.

Figura 5 – Reservatório principal com capacidade de 10 m³.



Fonte: Arquivo próprio (2019)

4.2.1 Dimensionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais

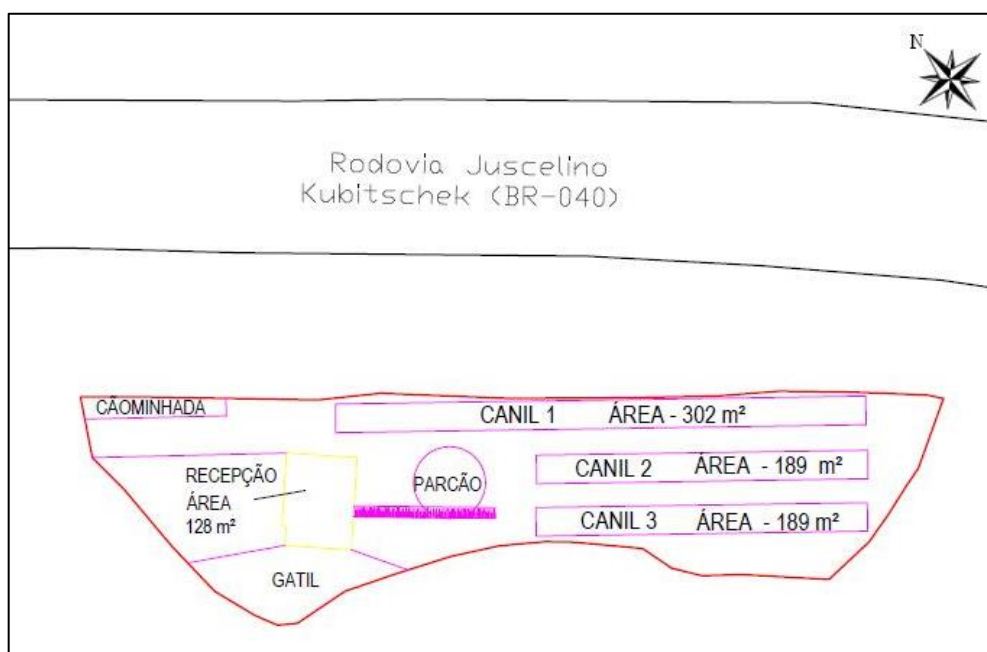
O abrigo obtém água de caminhões pipa fornecidos gratuitamente pela companhia municipal de saneamento. Dessa forma, devido ao grande consumo de água no local, foi relatado pelos funcionários do abrigo que em diversas ocasiões houve falta de água. Visto que a água é utilizada em sua maioria para a dessedentação dos animais e lavagem do local,

verificou-se a necessidade de instalação de um sistema alternativo para usos não potáveis, sendo que uma das alternativas é o sistema de captação de águas pluviais.

Atualmente o abrigo de animais possui duas edificações com áreas de cobertura de telhado conforme pode ser observado na Figura 2. As demais áreas de cobertura existentes no canil são advindas das baias dos animais. Porém, os telhados das baias não possuem padronização devido à ausência de projeto arquitetônico associada a elas. Com isso, na presente situação é inviável a instalação do sistema de captação de águas pluviais no local.

Entretanto, a SJPA está sendo beneficiada por um escritório de arquitetura da cidade de Juiz de Fora. Este escritório está elaborando um projeto de reforma do abrigo, com plantas arquitetônicas e hidráulicas. O projeto visa uma mudança das instalações do local, sendo que as baias dos animais (canis) serão em formato retangular, e foram projetadas para abrigar todos os animais existentes no abrigo. Os gatos serão alocados em um local separado dos cães, denominado “gatil”. Além disso, foi previsto no projeto um local denominado “cãominhada”, onde os visitantes poderão caminhar com os animais que pretendem adotar. Também está previsto no projeto da SJPA um “parcão” para que os animais tenham o lazer proporcionado por estruturas instaladas nesse espaço. O layout das novas instalações do abrigo pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Representação da planta arquitetônica da reestruturação do abrigo de Animais (SJPA).



Fonte: material cedido pelo escritório de arquitetura de Juiz de Fora responsável pela reestruturação da SJPA.

A reestruturação do abrigo viabilizará a implantação do sistema de captação de águas pluviais. Ressalta-se que o dimensionamento do sistema de coleta e armazenamento de água pluvial, que é um dos objetos de estudo deste trabalho, é compatível com o projeto arquitetônico e hidráulico desenvolvido pela arquiteta responsável.

O sistema de captação de águas pluviais foi elaborado com a finalidade de auxiliar no suprimento das demandas de águas do abrigo SJPA. O método utilizado para o dimensionamento foi o método Rippl que utiliza como parâmetros de cálculo a precipitação média (P), a demanda ou consumo de água (D_t), a área disponível para captação (A), coeficiente de *runoff* (C), o volume de chuva aproveitável (Q_t), volume do reservatório (V) e volume de água no reservatório (S_t) (ABNT, 2007).

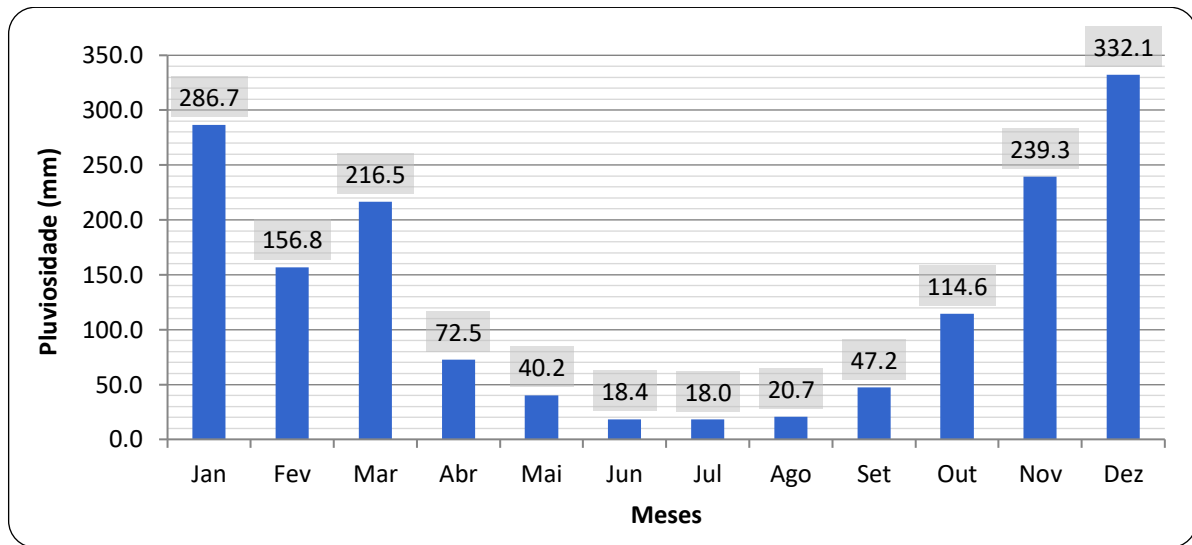
O primeiro parâmetro analisado foi a precipitação média do município. O município de Juiz de Fora apresenta clima subtropical de altitude, caracterizado por duas estações do ano bem definidas, uma com temperatura e precipitação mais elevadas e outra mais fria e com menor precipitação (FONSECA, 2012). Os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação n° 8369 (INMET, 2019), que fica localizada no município de Juiz de Fora (Tabela 7), a Figura 7 apresenta dados pluviométricos de Juiz de Fora de forma gráfica. A precipitação foi utilizada para calcular o volume de chuva que pode ser captado. Adicionalmente foram consideradas as áreas de captação da Recepção e dos Canis 1, 2 e 3 (área total de 807 m² – Figura 6), coeficiente de *runoff* igual a 0,9 (FENDRICH, 2002) e coeficiente de *first flush* igual a 0,9 (TOMAZ, 2007).

Tabela 7 – Dados pluviométricos do município de Juiz de Fora.

Mês	Precipitação Média (mm) (1998 - 2018)
Janeiro	286,7
Fevereiro	156,8
Março	216,5
Abril	72,5
Mai	40,2
Junho	18,4
Julho	18,0
Agosto	20,7
Setembro	47,2
Outubro	114,6
Novembro	239,3
Dezembro	332,1

Fonte: Inmet (2019)

Figura 7 – Precipitação média mensal de Juiz de Fora entre os anos de 1998 e 2018.



Fonte: Adaptado de Inmet (2019)

Com relação à demanda de água, a Norma Técnica Sabesp NTS 181/2017 (SABESP, 2017) define o consumo médio para alguns estabelecimentos. Porém as atividades desenvolvidas no canil não estão definidas por essa norma. Diante disso, optou-se por utilizar o consumo indicado para edifícios comerciais, que é de 50 L/pessoa.dia. Ressalta-se que essa mesma norma técnica também apresenta um coeficiente para loja de animais (Pet Shop), com um consumo entre 5 e 20 L/m² dia (SABESP, 2017). Porém optou-se por não utilizar esses valores para comparação visto que as condições de criação dos animais e a metodologia de limpeza desses locais são diferentes.

4.3 Caracterização do efluente

No abrigo existem fossas para onde os efluentes são destinados e armazenados. De acordo com o responsável pela execução das obras da ONG, as fossas não possuem um projeto associado a elas e foram construídas de acordo com a necessidade do abrigo. No total são seis fossas de tamanhos diversos, conforme pode ser observado na Tabela 8.

Ressalta-se que atualmente a tubulação de esgoto do abrigo também não possui um projeto associado, sendo que a localização da mesma só pode ser observada nos pontos de tubulação aparente. Porém, como informado no tópico anterior, o projeto de reforma da SJPA contempla a reestruturação do sistema hidrossanitário, com a implantação de novas tubulações.

Tabela 8 – Dimensões das fossas existentes no abrigo.

Identificação	Dimensões (m)
Fossa 1	6,3 x 3,3 x 2,3
Fossa 2	2,0 x 2,0 x 1,5
Fossa 3	6,0 x 3,0 x 2,0
Fossa 4	3,0 x 2,0 x 2,0
Fossa 5	4,0 x 2,0 x 2,20
Fossa 6	4,0 x 2,0 x 1,50

Fonte: Autoria própria

Figura 8 – Localização da maior fossa do abrigo (Fossa 1).



Fonte: Autoria Própria

A limpeza do local é realizada diariamente entre às 08:00 hrs e 12:30 hrs. A lavagem das baias é realizada por funcionários da DEMLURB, que atuam de forma fixa no abrigo. Além desses funcionários, a SJPA conta com voluntários esporádicos, que auxiliam com a lavagem das baias e com os banhos nos animais. É importante ressaltar que em determinados casos, indivíduos que cometem crimes de menor potencial ofensivo cumprem as sanções cabíveis na SJPA, conforme determinação judicial. Esses indivíduos devem auxiliar os funcionários do abrigo nas atividades de limpeza das baias e banho dos animais, por um tempo determinado pela justiça.

Visto que após a lavagem das baias o efluente é encaminhado diretamente para as fossas, para a determinação dos pontos de coleta, foram analisadas a facilidade de acesso às tubulações e a representatividade dos pontos. Optou-se por coletar as amostras de efluente antes das fossas,

ou seja, diretamente nas tubulações ligadas às baias. Como ressaltado anteriormente, as tubulações de coleta de esgoto do abrigo não possuem um projeto associado à sua implantação. Diante disso, foi necessário coletar o efluente nos pontos de tubulação aparente. O ponto de coleta 1 (

Figura 9) recebe o efluente gerado pela lavagem de 8 baias do abrigo, já o ponto de coleta 2 (Figura 10) recebe o efluente gerado pela lavagem de outras 4 baias.

Figura 9 – Indicação das baias interligadas ao ponto de coleta 1 (A) e detalhe da tubulação aparente do ponto de coleta 1 (B).



Fonte: Autoria própria

Figura 10 – Indicação das baias interligadas ao ponto de coleta 2 (A) e detalhe da tubulação aparente do ponto de coleta 2 (B).



Fonte: Autoria própria

Além disso, optou-se por realizar dois dias de coleta, sendo que o primeiro foi no dia 12/09/2019 e o segundo no dia 17/10/2019. No primeiro dia de coleta (12/09/2019), a lavagem das baias de interesse estava sendo realizada por uma voluntária. Inicialmente a voluntária retirou com a vassoura todo o dejetos dos animais, direcionando-os, com o auxílio de água, para a fossa. Após esse procedimento a voluntária utilizou água sanitária e água para a lavagem das baias. Com isso, para a coleta do efluente não foi considerada a primeira lavagem que continha grande parte dos dejetos sólidos, mas sim a partir da segunda lavagem. Optou-se por desconsiderar a fase sólida do efluente pois é de objetivo deste trabalho que a segregação da fase sólida e líquida sejam implementadas como rotinas operacionais no canil. Por fim, ressaltou-se que, de acordo com funcionários da SJPA, o abrigo estava começando a apresentar falta de água e a companhia de saneamento não havia dado previsões de quando poderia atender as demandas do local. Logo os funcionários não estavam utilizando toda a água que normalmente usam para a lavagem do espaço.

No segundo dia de coleta (17/10/2019), os procedimentos e os pontos foram os mesmos. Porém é importante ressaltar que o funcionário que estava responsável pela a lavagem das baias era diferente da primeira coleta. Esse funcionário é fixo do abrigo e possui uma padronização maior dos procedimentos a serem realizados durante a lavagem. Além disso, neste dia, a situação da água estava normalizada, não havendo mais a necessidade de racionamento por parte dos funcionários no momento da limpeza.

Em ambos os eventos de coleta, foram coletados os efluentes advindos das baias em que os dois pontos de amostragem estão interligados. Após a coleta os efluentes dos dois pontos foram homogeneizados e armazenado em dois frascos de 2 litros. As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Qualidade Ambiental da UFJF (LAQUA), onde foram as análises foram realizadas conforme métodos padronizados (APHA, 2012). Os parâmetros analisados foram alcalinidade, DQO, fósforo total (P_{TOTAL}), nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), nitrogênio orgânico (N-org), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), pH, sólidos totais (ST) e sólidos sedimentáveis (SSed).

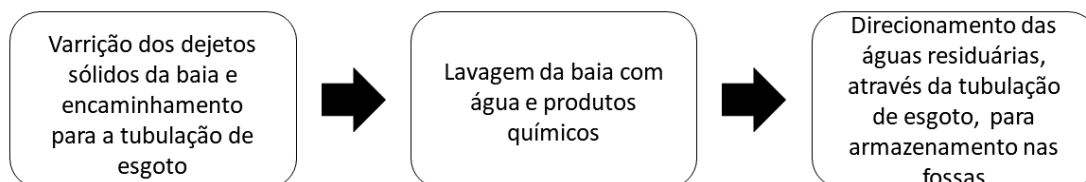
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do local

Os cães existentes no canil são de diversas raças e portes, sendo que a maioria deles são cães sem raça definida (SRD), popularmente conhecidos como vira-latas, e possuem porte médio. De acordo com informações da administração do canil, são consumidos diariamente cerca de 170 kg de ração canina. Considerando o número de 500 cachorros no local, são consumidos aproximadamente 340g de ração/animal.dia.

Conforme apresentado na seção 4.3, existe hoje na SJPA procedimento estabelecido para a limpeza das baias dos animais. Tal procedimento é ilustrado no fluxograma apresentado na Figura 11. De forma resumida, atualmente os dejetos sólidos advindos da raspagem das baias do abrigo são encaminhados diretamente para as fossas existentes no local, assim como as águas utilizadas para a limpeza dos pisos (efluente).

Figura 11 – Fluxograma das atividades de lavagem do SJPA.



Fonte: Autoria Própria

Com a reestruturação arquitetônica da ONG, serão propostas novas metodologias de raspagem das baias com a retirada do material sólido através de pás e encaminhamento desse resíduo para destinação adequada. Dessa forma, o volume de água para limpeza será diminuído, bem como a carga poluidora dos efluentes, tornando o processo mais sustentável. Além disso, com o direcionamento dos resíduos sólidos para destinação correta, haverá também redução do volume de efluentes gerados.

Ressalta-se que a gestão dos resíduos sólidos não é o foco deste trabalho, visto que além dos dejetos sólidos dos cães e gatos, também existem os resíduos gerados pelos funcionários do abrigo, além dos materiais que são utilizados para pequenos procedimentos veterinários que eventualmente ser realizados no local.

5.2 Dimensionamento do sistema de captação de águas pluviais

Devido às condições precárias da estrutura do abrigo, não existe um hidrômetro para controlar a vazão de água consumida no local. Diante disso, a estimativa de consumo foi realizada através da média de caminhões pipa que abastecem a ONG. De acordo com os funcionários, a SJPA recebe semanalmente 3 caminhões pipa com 15 m³ de capacidade cada, totalizando 45 m³ semanais, ou 180 m³ mensais.

Os cachorros ingerem diariamente 50 mL de água para cada quilo que possuem. Segundo a veterinária responsável pelo abrigo SJPA, os cachorros da ONG pesam em média 30 kg, visto que grande parte deles estão enquadrados como de porte médio. Dessa forma, estima-se que cada animal do canil consuma cerca de 1,5 L de água por dia. Considerando os 600 animais existentes no abrigo (cães e gatos), foi estimado um consumo de água para dessedentação de animais de aproximadamente 0,90 m³/dia, equivalente a 27,0 m³/mês.

Como foi ressaltado anteriormente, o abrigo possui três funcionários fixos que realizam a limpeza do local. Porém, periodicamente voluntários também frequentam o abrigo para auxiliar nas atividades realizadas. Para estimar a quantidade de água consumida pelos funcionários e voluntários, considerou-se que cinco pessoas permaneçam no canil durante uma jornada de trabalho (8 horas/dia). Considerando as orientações da Norma Técnica Sabesp NTS 181/2017 (SABESP, 2017) para consumo de água em edifícios comerciais, o consumo esperado de água pelos colaboradores é de 0,25 m³/d, equivalente a 7,5 m³/mês.

Sendo assim, considerando os 180 m³ de água que são fornecidos para o canil mensalmente, 34,5 m³ são utilizados para consumo humano e na dessedentação de animais e 145,5 m³ são utilizados para a lavagem das baias, como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Dados de consumo de água no abrigo de animais.

Consumo mensal por funcionários e dessedentação dos animais (m ³)	34,5
Consumo mensal para lavagem das baias (m ³)	145,5
Consumo mensal total (m ³)	180,0

Fonte: Autoria própria

As áreas de captação dos telhados, aproximadamente 807 m², e a área disponível para a instalação dos reservatórios de água pluvial foram obtidas através do projeto arquitetônico que será implementado no abrigo. Ressalta-se que foi considerada a instalação de um reservatório de 5 m³, com diâmetro de base de 2,25 m, área superficial de 4 m² e altura de 1,51 metros.

Para a determinação do coeficiente de *runoff* (C), foi analisado o material a ser utilizado nos telhados do abrigo. De acordo com a arquiteta responsável pelo projeto de reforma do local, serão utilizadas telhas cerâmicas nos telhados. Dessa forma, segundo Fendrich (2002), para este material o coeficiente de *runoff* possui valores entre 0,80 e 0,90, sendo que para o sistema dimensionado foi adotado o valor de 0,90. Além do coeficiente de *runoff*, foi necessário considerar a eficiência do sistema de captação que leva em consideração o descarte *first flush* ($\eta_{\text{fator de captação}}$). De acordo com Tomaz (2007), este fator pode apresentar valores práticos entre 0,50 e 0,90, sendo que para o dimensionamento do sistema do abrigo foi adotado um valor de 0,90. Essas informações estão resumidas Tabela 10. Os cálculos referentes a volume de chuva aproveitável, água no reservatório, suprimento externo de água e volume excedente (overflow) estão representados na Tabela 11.

Tabela 10 – Dados de entrada para o dimensionamento do sistema.

Volume total do reservatório de armazenamento (m ³)	5,0
Área de captação (m ²)	807,0
Coeficiente de <i>runoff</i>	0,90
Coeficiente de <i>first flush</i>	0,90

Fonte: Autoria Própria

Tabela 11 – Simulação do sistema de captação de águas pluviais

Meses	Chuva (mm)	Demanda (m ³)	Chuva Q(t) (m ³)	Volume do res. (m ³)	Vol. no Res. em t-1 (m ³)	Suprimento externo de água (m ³)	Overflow (m ³)
Janeiro	286,7	145,5	187,4	5,0	5,0	0,0	41,9
Fevereiro	156,8	145,5	102,5	5,0	5,0	38,0	0,0
Março	216,5	145,5	141,5	5,0	0,0	4,0	0,0
Abril	72,5	145,5	47,4	5,0	0,0	98,1	0,0
Mai	40,2	145,5	26,3	5,0	0,0	119,2	0,0
Junho	18,4	145,5	12,0	5,0	0,0	133,5	0,0
Julho	18,0	145,5	11,8	5,0	0,0	133,7	0,0
Agosto	20,7	145,5	13,5	5,0	0,0	132,0	0,0
Setembro	47,2	145,5	30,9	5,0	0,0	114,6	0,0
Outubro	114,6	145,5	74,9	5,0	0,0	70,6	0,0
Novembro	239,3	145,5	156,4	5,0	0,0	0,0	5,9
Dezembro	332,1	145,5	217,1	5,0	5,0	0,0	71,6

Fonte: Autoria Própria

A partir da Tabela 11 é possível observar que na simulação realizada, considerando o reservatório inicialmente cheio no mês de janeiro (justificado por *overflow* no mês de dezembro) e com uma capacidade de reserva de 5 m³ de água de chuva, os meses de janeiro,

novembro e dezembro apresentam um suprimento total de água para usos não potáveis. Destaca-se, ainda que, para os meses de abril a outubro, que englobam o período de estiagem na região, tem-se pouco suprimento de água de chuva, sendo necessário suprimento externo quase que integral. Tal fato se dá pelos baixos valores médios de precipitação nesses meses e área superficial para coleta de água relativamente pequena. Mesmo considerando baixo suprimento de água de chuva nos meses de abril a outubro, verifica-se que o sistema proposto apresenta potencial de suprir um total de 902,3 m³ de água de chuva por ano, o que corresponde a pouco mais da metade (51,7%) do total demandado na SJPA anualmente (Tabela 12).

A fim de verificar a escolha do reservatório de água adequado, realizou-se simulações com os volumes de armazenamento no reservatório de 5 m³, 10 m³ e 15 m³, conforme pode ser observado na Tabela 12. Percebe-se que aumentando os volumes dos reservatórios não há uma diminuição considerável do suprimento externo de água. Dessa forma, alinhado a fatores econômicos, não se justifica a utilização de um reservatório com capacidade mais elevada.

Tabela 12 – Simulação de tamanho ideal para o reservatório.

Meses	Suprimento Externo de Água		
	Reservatório 5 m ³	Reservatório 10 m ³	Reservatório 15 m ³
Janeiro	0,0	0,0	0,0
Fevereiro	38,0	33,0	28,0
Março	4,0	4,0	4,0
Abril	98,1	98,1	98,1
Mai	119,2	119,2	119,2
Junho	133,5	133,5	133,5
Julho	133,7	133,7	133,7
Agosto	132,0	132,0	132,0
Setembro	114,6	114,6	114,6
Outubro	70,6	70,6	70,6
Novembro	0,0	0,0	0,0
Dezembro	0,0	0,0	0,0
Suprimento externo anual (m³)	843,7	838,7	833,7
Demanda anual (m³)	1746,0	1746,0	1746,0
Economia anual (m³)	902,3	907,3	912,3

Fonte: Autoria Própria

Devido às baixas precipitações e à alta demanda de água da SJPA, o sistema não consegue suprir todas as necessidades do local ao longo de todo o ano. Porém, apesar de não suprir toda a demanda de água utilizada para lavagem das baias, a instalação do sistema de captação desempenhará um papel fundamental no suprimento de água, principalmente quando

houver falta de abastecimento por parte da concessionária local. Outro fator importante a ser citado é a potencial redução da demanda de água na SJPA, consequência da mudança do sistema de limpeza das baías (coleta das fezes e destinação correta dos resíduos sólidos). Tal fator pode justificar ainda mais a implementação do sistema de aproveitamento de água de chuva. Por fim, visto que o abrigo recebe a água potável de forma gratuita da companhia de saneamento municipal, a viabilidade econômica do sistema só deve ser verificada em relação aos custos iniciais de implantação do projeto.

Para a implantação do sistema de captação e armazenamento de água de chuva, é necessária a aquisição de um reservatório de 5 m³, uma bomba centrífuga, tubulações e conexões. Os reservatórios devem ser de fibra de vidro e tubos e conexões de plástico tipo PVC. Ressalta-se que de acordo com a ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007), as tubulações devem ser diferenciadas das tubulações de água potável.

Além disso, é recomendada a instalação de dispositivos de remoção de detritos (grades ou telas), para que essas impurezas não atinjam o reservatório. Também é indicada a instalação de um dispositivo para descarte da água de escoamento inicial (*first flush*), o que evita a contaminação do reservatório com as impurezas carregadas nos primeiros volumes de chuva (TOMAZ, 2007). Por fim, a fim de promover a desinfecção da água para utilização da lavagem das baías do abrigo, recomenda-se e a instalação junto a bomba centrífuga de um dosador de derivado clorado e um reservatório intermediário para um tempo de contato de no mínimo 30 min (ABNT, 2007).

A Tabela 13 apresenta um levantamento de custos de aquisição desses materiais. É importante observar que os custos de implantação foram estimados com base no projeto arquitetônico que será implantado no abrigo, porém, como este ainda está em fase de adequações, podem ocorrer mudanças nos valores estimados, sendo o valor total de R\$ 6.570,00 uma aproximação em relação a ordem de grandeza. Além disso, os custos serão incorporados na reforma que será realizada no abrigo, sendo que grande parte dos materiais podem ser obtidos através de doações, o que torna a implantação do sistema economicamente viável.

Tabela 13 – Orçamento preliminar de instalação do sistema de captação de águas pluviais.

Materiais	Quantidade	Custo Aproximado (R\$)
Reservatórios de armazenamento (5 m ³)	1 unidade	1.800,00
Reservatório de contato (5 m ³)	1 unidade	1.800,00
Bomba centrífuga	1 unidade	600,00
Tubulações	Aprox. 20 m	750,00
Conexões	diversos	500,00
Dispositivo para descarte da água de escoamento inicial (<i>first flush</i>)	1 unidade	350,00
Dispositivo de remoção de detritos	1 unidade	70,00
Bomba dosadora de cloro	1 unidade	700,00
Total	-	6.570,00

Fonte: Lojas de comercialização dos produtos – Copafar; Mérito Comercial;

De acordo com a ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007), no mínimo uma vez por ano, os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, seguindo as recomendações da ABNT NBR 5.626/1998 (ABNT, 1998).

Salienta-se que é de suma importância a conscientização ambiental dos colaboradores do abrigo para que não haja desperdício de água, frente à nova possibilidade de obtenção do recurso hídrico. Além disso, a conscientização é importante para que não ocorra a dessedentação de animais com a água não potável, visto que para esse fim a água necessita de parâmetros mínimos de qualidade, conforme a ABNT NBR 15.527/2007 (ABNT, 2007).

5.3 Caracterização do efluente

Os resultados obtidos nas coletas realizadas estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Caracterização do efluentes do abrigo de animais (SJPA).

Coletas	pH	Alcalinidade (mg/L)	ST (mg/L)	SSed (mg/L)	
12/09/19	7,66	-	29.665	211	
17/10/19	8,66	462	3.620	42	
Coletas	DQO (mg/L)	N-NH₃ (mg/L)	N-org (mg/L)	NTK (mg/L)	P_{TOTAL} (mg/L)
12/09/19	7.000	307	1687	1.994	263
17/10/19	2.885	260	1578	1.838	193

ST = sólidos totais; SSed = sólidos sedimentáveis; DQO = demanda bioquímica de oxigênio; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; N-org = nitrogênio orgânico; NTK = nitrogênio total Kjeldahl; P_{TOTAL} = fósforo total

Fonte: Autoria própria

5.3.1 Matéria orgânica e sólidos

De acordo com a Tabela 14 é possível observar que as duas coletas realizadas apresentaram resultados discrepantes para o parâmetro DQO, sendo que na primeira coleta obteve-se um resultado de 7.000 mg/L e na segunda coleta 2.885 mg/L (Tabela 14). Essa discrepância deve ser analisada de forma cautelosa, visto que o funcionário responsável e as metodologias de lavagem dos dias analisados foram distintas. Tal fator pode influenciar em maior ou menor diluição dos dejetos e, conseqüentemente, em concentrações de matéria orgânica.

Para efluentes de abrigo de animais domésticos, os valores encontrados no presente estudo são superiores aos valores encontrados por Souza (2015), aonde o parâmetro DQO apresentou concentração de 612 ± 76 mg/L. Supõem-se que a possível justificativa para a discrepância dos valores analisados é a maior eficiência de raspagem das baias nos canis dos trabalhos citados antes da limpeza utilizando água. Nesses dois canis, a raspagem das baias é realizada anteriormente a lavagem propriamente dita, o que promove uma retirada de grande parte dos dejetos sólidos existentes no local. Ressalta-se que os dejetos sólidos não são encaminhados para as unidades de tratamento de efluentes, mas sim para um manejo de resíduos. Entretanto, como citado anteriormente, na SJPA a metodologia adotada é a varrição dos dejetos sólidos para a tubulação de coleta de efluentes e posterior lavagem das baias. Com isso, pode ocorrer o acúmulo de dejetos sólidos na tubulação coletora, e um posterior desprendimento desse o que pode ser associado as elevadas concentrações de DQO.

Já em comparação com o efluente advindo de suínos, as concentrações de DQO encontradas estão abaixo dos valores mínimos (11.530 mg/L) e máximos (115.690 mg/L) apresentados por Tavares (2012). Também estão abaixo dos valores indicados pela Embrapa, que apresenta uma concentração média de DQO de 25.542 mg/L para os efluentes da suinocultura (EMBRAPA, 1998). Em comparação com os efluentes domésticos, a DQO encontrada para o efluente da SJPA está acima dos valores apresentados pela literatura. Segundo von Sperling (2014), para esgotos domésticos brutos o valor de DQO é em torno de 600,0 mg/L, enquanto Jordão e Pessoa (2017) citam variação de DQO entre 200 e 800 mg/L.

Em relação aos sólidos, as concentrações observadas de SSed foram 211 mg/L e 42 mg/L para as duas coletas realizadas no abrigo (Tabela 14). Esses valores apresentaram uma discrepância acentuada, o que pode ser atribuído aos fatores citados anteriormente, como a metodologia de limpeza e lavagem das baias, carreamento de sólidos depositados na tubulação entre outros. Em comparação com os efluentes da suinocultura, os valores encontrados nas

análises estão abaixo dos indicados pela Embrapa (1998), que apresentam uma concentração máxima de sólidos sedimentáveis de 429 mg/L.

O efluente do abrigo SJPA apresentou uma grande variação de ST de uma coleta para outra: primeira coleta realizada no local indicou uma concentração média de sólidos totais igual a 29.665 mg/L; já a segunda coleta realizada apresentou valor médio de sólidos totais igual a 3.620 mg/L (Tabela 14). Na literatura referente aos efluentes advindos de abrigo de animais, Souza (2015) obteve valores de ST iguais a 926 ± 205 mg/L. Já Jaworski & Hickey (1962), citados por Souza (2015), obtiveram valores de ST médios iguais a 1.050 mg/L e máximos iguais a 2.360 mg/L.

Em relação aos efluentes advindos da suinocultura, segundo o estudo realizado por Tavares (2012), a literatura apresenta valores de sólidos totais com concentração entre 12.700 mg/L e 99.800 mg/L. Segundo a Embrapa (1998), a concentração média de sólidos totais no efluente advindo de suínos é de 22.399 mg/L. De acordo com Jordão e Pessoa (2017), para esgoto doméstico forte a concentração de sólidos totais é de 1.160 mg/L. Já para von Sperling (2014), a concentração típica indicada para este parâmetro é de 1.100 mg/L.

Observa-se que para o segundo dia de coleta, a concentração de ST foi de 3.620 mg/L, com ordem de grandeza semelhante aos valores encontrados na literatura para efluentes de cães e até mesmo para o efluente doméstico. Porém, no primeiro dia de coleta o parâmetro sólido total apresentou valor médio de 29.665 mg/L, que indica uma ordem de grandeza semelhante aos dejetos de suínos.

Ressalta-se que, como citado anteriormente, as condições e metodologias de limpeza das baias dos animais contribuem para a alteração dos parâmetros dos efluente gerados pela SJPA. Acredita-se que o principal fator para a grande variação da quantidade de sólidos de uma coleta para a outra seja a dissolução do efluente, visto que na primeira coleta o canil passava pelo início de um período de racionamento de água. Além disso, como já ressaltado neste trabalho, na SJPA os dejetos sólidos são varridos para a tubulação de coleta e após isso há a lavagem da baía. Dessa forma, pode ocorrer o acúmulo de dejetos sólidos na tubulação coletora e ao decorrer da lavagem o desprendimento destes, causando um aumento da quantidade de sólidos associados a uma coleta.

5.3.2 Nutrientes

O nitrogênio total Kjeldahl (NTK) é a soma de nitrogênio orgânico (N-org) e amoniacal (N-NH₃). O nitrogênio amoniacal é composto por amônia livre (NH₃) e íons amônio (NH₄⁺)

(JORDÃO E PESSOA, 2017). Observa-se que na primeira análise o efluente apresentou um valor mais elevado para nitrogênio amoniacal (307 mg/L), nitrogênio orgânico (1687 mg/L) e NTK (1994 mg/L) (Tabela 14). Conforme ressaltado anteriormente, as condições de racionamento de água, metodologia de lavagem, presença de ração no efluente e o próprio metabolismo dos animais possivelmente contribuíram para que os valores encontrados fossem mais elevados.

Em comparação com o estudo realizado por Souza (2015), é possível verificar que os valores encontrados nas 2 coletas do SJPA também foram mais elevados, sendo que no estudo da autora o parâmetro NTK apresentou valor médio de 92 ± 38 (mg/L). Quando comparados ao efluente advindo de suínos, estes apresentam valores médios de nitrogênio total de 2374 mg/L (EMBRAPA,1998) e concentrações máximas de nitrogênio total de 8.750 mg/L (Tavares, 2012). Para a bovina cultura os valores de NTK também são elevados, com média de 3.021 mg/L (CAMPOS *et al.*, 2002)

De acordo com von Sperling (2014), para efluentes domésticos o valor típico encontrado para o nitrogênio orgânico é de 20 mg/L. Já para Jordão e Pessoa (2017), o valor típico de nitrogênio orgânico para o esgoto forte é de 35 mg/L. Os valores médios encontrados para o efluente do abrigo de animais são superiores aos valores apresentados na literatura para esgotos domésticos (VON SPERLING, 2014; JORDÃO e PESSOA, 2017).

As concentrações de fósforo total observadas nas duas coletas realizadas foram 263 mg/L e 194 mg/L (Tabela 14). Tais valores foram mais elevados do que o encontrado por Souza (2015) sendo que no estudo realizado pela autora o valor médio para o fósforo total foi igual a 165 ± 36 mg/L. Acredita-se que é possível relacionar parte da concentração desse parâmetro com o carregamento de grãos de ração para o sistema de coleta. Verificou-se no canil que, como as baias são compostas por cerca de 5 animais e não possuem tamanho superior a 6 m² cada, é recorrente o tombamento dos recipientes de ração, o que contribui para a mistura dos grãos com os dejetos sólidos e a urina já existente no local.

Em comparação com os dejetos de suínos, observou-se uma menor concentração de fósforo no efluente dos cães, já que para a suinocultura as concentrações mínimas são de 320 mg/L, médias de 655,35 mg/L e as concentrações máximas são de 2.500 mg/L, conforme Tavares (2012) e Santos (2011). Estudos da Embrapa (1998), também indicam valores mínimos de 320 mg/L, médios de 577,8 mg/L e concentrações máximas de 1.180 mg/L.

Para Jordão e Pessoa (2017) a concentração de fósforo é de 20 mg/L para esgoto forte, e segundo e von Sperling (2014), a concentração de fósforo total é de 7 mg/L.

5.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) e Alcalinidade

O potencial hidrogeniônico (pH) do efluente gerado pela lavagem das baias do abrigo de animais possui valores de 7,66 para o primeiro dia analisado e 8,66 para o segundo dia analisado (Tabela 14). Observa-se que o pH foi o único parâmetro analisado que apresentou um resultado mais elevado na segunda dia de amostragem. Supõem-se que esse comportamento do valor do pH está associado a maior utilização de produtos de limpeza pelos funcionários do abrigo no segundo dia de coleta.

O estudo realizado por Souza (2015) aponta valores de pH iguais a $7,2 \pm 0,3$ para a água residuárias do canil Parque Francisco de Assis. De acordo com Tavares (2012), os valores de pH em efluentes de suinocultura encontrados na literatura variam entre 6,94 a 7,72.

Para o efluente doméstico, a faixa de variação média é de 6,5 a 7,5 (JORDÃO E PESSOA, 2017; VON SPERLING, 2014). Os valores encontrados para o efluente do abrigo de animais na primeira coleta realizada estão dentro da faixa indicada, porém na segunda coleta realizada os valores encontram-se acima da faixa típica de esgoto doméstico.

O parâmetro alcalinidade foi analisado somente na segunda coleta e o valor obtido foi de 463 mg/L (Tabela 14). A literatura referente a efluentes de cães não cita tal parâmetro nos estudos realizados, inexistindo um valor de referência para tal efluente.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que a implantação de um sistema de captação de águas pluviais na Sociedade Juizforense de Proteção aos Animais e ao Meio Ambiente (SJPA) não é suficiente para suprir toda a demanda de água não potável utilizada no local. Entretanto, considerando que o sistema proposto possui capacidade de suprir pouco mais de metade (51,7%) da demanda volumétrica atual, a adoção do sistema se torna interessante para minimizar as situações emergenciais de falta de água no abrigo, visto que hoje a SJPA é dependente de um abastecimento de água exclusivamente por caminhões pipa.

Pode-se concluir também que os efluentes advindos dos abrigos de animais domésticos possuem elevado potencial poluidor em comparação aos efluentes doméstico em todos os parâmetros analisados. Foram observadas as seguintes concentrações nos efluentes do canil estudado: 2.885-7.000 mg/L de DQO; 3.620-29.665 mg/L de ST; 1.838-1.994 mg/L de NTK; e 193-163 mg/L de P_{TOTAL}. Já em comparação com a suinocultura e bovinocultura, em determinados parâmetros como DQO e sólidos totais, o efluente da SJPA apresenta concentrações menores, porém para os nutrientes (nitrogênio e fósforo) as concentrações obtidas foram de ordem de grandeza semelhante aos efluentes gerados pela suinocultura e bovino cultura.

É importante salientar que diante da implantação de um projeto de reforma do abrigo de animais (SJPA) serão propostas novas metodologias de raspagem das baias e encaminhamento desse resíduo para destinação adequada. O que demonstra ser a situação ideal, visto que assim o volume de água para limpeza será diminuído, bem como a carga poluidora dos efluentes, tornando o processo mais sustentável. Salienta-se que a separação desse material sólido pode ser realizada de forma eficiente, com a possibilidade de implantação de processos de compostagem e geração de adubo orgânico, considerando que os valores encontrados para os parâmetros nitrogênio e fósforo foram elevados e indicam um potencial de fertilização satisfatórios. Entretanto, como não foram analisadas as condições de concentração de patógenos no efluente advindo do abrigo de animais, é necessário cautela para a implantação dessa destinação para o resíduo.

A SJPA é uma ONG que realiza um trabalho socioambiental extremamente relevante na cidade de Juiz de Fora. Juntamente com ela, diversos outros abrigos municipais ou abrigos administrados por ONGs possuem a responsabilidade de acolher os animais que estão em condições de vulnerabilidade social. Devido à ausência de uma vasta literatura a respeito dos

efluentes gerados por animais domésticos, sugere-se que sejam realizados novos estudos no abrigo após a reforma arquitetônica realizada e a implantação de metodologias de lavagem mais eficientes, a fim de verificar as mudanças ocasionadas no efluente gerado.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos.** São Paulo, 2007.
- AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. DE A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/5359> > Acesso em: 12 de nov de 2019.
- APHA, AWWA, WEF – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION Standart Methods for Examination of Water and Wastewater. 20 th ed. Washington DC, USA: APHA / AWWA / WEF, 1998.
- BASTOS, A, L, F. **Estudo da dinâmica populacional e das estratégias de manejo da população canina no município de Itabirito**, MG, Brasil de 2007 a 2011. 2013, 143 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária Belo Horizonte. Disponível: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SMOC-9DWMBP/1/tese_ana_liz_f._bastos.pdf> Acesso em: 10 de jul de 2019.
- BORTOLOTTI, R.; D'AGOSTINO, R.G. Ações pelo controle reprodutivo e posse responsável de animais domésticos interpretadas à luz do conceito de metacontingência. **Braz. J. Behav. Anal.** v.3, n.1, p.235-249, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/821/1159>> Acesso em: 03 de ago de 2019.
- BRASIL. Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934. **Estabelece medidas de proteção aos animais.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24645impresao.htm> Acesso em: 06 de jun de 2019.
- BRASIL. Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941. **Dispõe sobre as contravenções penais.** Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/528775/publicacao/15771787> > Acesso em: 06 de jun de 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm> Acesso em: 06 de jun de 2019.
- BRASIL. Lei nº9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o 41 inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial da União, Brasília, 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 11 de jun de 2019.
- BRANDÃO, J. L. B.; Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. **Associação brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.** v.23 n.6, 2018 pag. 1031-1041. São

Carlos (SP), Brasil. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n6/1809-4457-esa-23-06-1031.pdf>> Acesso em: 05 de dez de 2019.

COPAFER. Disponível em: <https://www.copafer.com.br/tanque-de-polietileno-5000-litros-2070025-fortlev-p1080216?tsid=17&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=Tanque%20de%20Polietileno%205000%20Litros%20-%202070025%20-%20FORTLEV&utm_campaign=materiais-para-construcao&pht=5891501858647464&gclid=EAIAIQobChMI6--aj_6r5gIVgYCRCh07JAXGEAQYASABEgLV0_D_BwE>

DORNELLES, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. 234 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/55968>> Acesso em: 05 de dez de 2019

EMBRAPA. Suínos: o produtor pergunta, a Embrapa responde / Editado por Lucimar Pereira Bonett; Cícero Juliano Monticelli. – 2. ed., rev. – Brasília, DF : Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/98828/1/SuinosoprodutorperguntaaEmbrapaResponde1.pdf>> Acesso em: 19 de jun de 2019

FENDRICH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. 547 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/8081/roberto%20fendrich.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> Acesso em: 30 de nov de 2019

FONTANELA, L.; MENDES, J.P.; BACK, A.J.; VARGAS, A. Avaliação de metodologias para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Hydro**, São Paulo, 2012, p. 50-58. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/3680023-Avaliacao-de-metodologias-para-dimensionamento-de-reservatorios-para-aproveitamento-de-agua-pluvial.html>> Acesso em: 11 de nov de 2019

IBGE 2015. **Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)**, INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94074.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2019

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). **Estações automáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em: 25 de out de 2019

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>> Acesso em: 25 de out de 2019

JABUR, A. S.; BENETTI H. P.; SILIPRANDI, E. M. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. **Congresso nacional de excelência em gestão**. Rio de Janeiro, 7 ed., 2011. <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0353_2014.pdf> Acesso em: 25 de nov de 2019

JAWORSKI, N.A.; HICKEY, J.L.S. Cage and kennel wastewater. **Journal of Water Pollution Control Federation**, v.34, n.1, p.40-43, 1962

JORDÃO, E.P.J.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Efluentes Domésticos**. Rio de Janeiro: ABES, 2017.

JUIZ DE FORA. Lei nº 13.342, de 19 de abril de 2016. **Dispõe sobre a Organização e Estrutura do Poder Executivo do Município de Juiz de Fora, fixa princípios e diretrizes de gestão e dá outras providências**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/mg/j/juiz-de-fora/lei-ordinaria/2019/1383/13830/lei-organica-juiz-de-fora-mg>> Acesso em: 01 de jun de 2019.

JUIZ DE FORA. Lei nº 13.662, de 15 de fevereiro de 2018. **Institui a Política Municipal de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e dá outras providências**. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/mg/j/juiz-de-fora/lei-ordinaria/2018/1366/13662/lei-ordinaria-n-13662-2018-institui-a-politica-municipal-de-captacao-armazenamento-e-aproveitamento-de-aguas-pluviais-e-da-outras-providencias>> Acesso em: 20 de set de 2019.

LABRANCHE, A.; WACK, H.; CRAWFORD, D.; SOJKA, N. J.; BRAND, C.; **Virginia Rainwater Harvesting Manual** – The Cabell Barnd, Virginia – EUA, 2007. Disponível em: <http://www.harvesth2o.com/adobe_files/Virginia%20Rainwater%20Harvesting%20M anual.pdf> Acesso em: 05 de dez de 2019.

LOJAS AMERICANAS. Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/41828880/dosador-de-cloro-exatta-ex0107?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a9&cor=Azul&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=EAIAIQobChMI-PiTzIW5s5gIVjYeRCh1LAQREEAYYBCABEGIdg_D_BwE&i=5b7e2468eec3dfb1f845dcb9&o=5b8025eaebb19ac62ca76f24&opn=YSMESP&sellerId=31008861000140&sellerid=31008861000140&voltagem=220V&wt.srch=1>

LOJAS AMERICANAS. Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/47730531/filtro-e-separador-de-folhas-fortlev?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a9&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=EAIAIQobChMIr_qZtIes5gIVCASRCh1low-5EAYYAIAiABEGIZsfD_BwE&i=5aa89cd7eec3dfb1f8173dba&o=5c01392febb19ac62cf51358&opn=YSMESP&sellerId=27072444000199&sellerid=27072444000199&wt.srch=1>

MÉRITO COMERCIAL. Disponível em: <https://www.meritocomercial.com.br/bomba-mono-estagio-schneider-bcr-2010-1-cv-monofasica-220v-p1022141?tsid=42&pht=21031544106926877&gclid=EAIAIQobChMIh_eEoY-X5gIVQQ2RCh0tSAj3EAQYASABEGIfPFD_BwE> Acesso em: 01 de dez de 2019.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Diário do Executivo - "Minas Gerais", 30 Jan. 1999) Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>> Acesso em: 11 de dez de 2019.

- MINAS. Lei nº 21.970, de 15 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre a proteção, a identificação e o controle populacional de cães e gatos.** Disponível em: <<http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-21970-2016-minas-gerais-dispoe-sobre-a-protecao-a-identificacao-e-o-controle-populacional-de-caes-e-gatos>> Acesso em: 10 de dez de 2019.
- MOTTA, K. U. **Avaliação da geração de biogás de um biodigestor de dejetos bovinos e suínos.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Paraná, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36178/R%20-%20D%20-%20KENIA%20UNFER%20MOTTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 30 de out de 2019
- OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993. 188 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 27). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/434003>>
- PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF), 2019. Disponível em: <<https://www.pjf.mg.gov.br/conselhos/compa/index.php>>
- RUPP, R. F; MUNARIM, U; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v11n4/a05v11n4.pdf>> Acesso em: 05 de ago de 2019
- SABESP. **Norma Técnica 181:** Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação. 2017 Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS181.pdf>> Acesso em: 25 de nov de 2018
- SANTANA, L, R; MACGREGOR, E.; SOUZA. M. F. de A; OLIVEIRA, T. P. Posse Responsável e dignidade dos animais. **8º CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL**, São Paulo, 2004.
- SOTO, F.R.M.; FERREIRA, F.; PINHEIRO, S.R. et al. Dinâmica populacional canina no Município de Ibiúna -P: estudo retrospectivo. **Brazilian Journal of Veterinary Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 178-185, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26497/28280>> Acesso em: 15 de ago de 2019
- SOUZA, A. R.; **Avaliação da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de canil no parque Francisco de Assis em Lavras – MG.** 129 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/10521/1/DISSERTACAO_Avalia%20a7%20a3o%20da%20efici%20ancia%20do%20sistema%20de%20tratamento%20de%20efluentes%20de%20canil%20no%20parque%20Francisco%20de%20Assis%20em%20Lavras-MG.pdf> Acesso em: 22 de mar de 2019.
- SOUZA, M, F, de A. Controle de Populações Caninas: Considerações Técnicas e Éticas. **Revista Brasileira de Direito Ambiental**. Salvador, v. 8, ano.6, p.115 – 133, 2011. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/RBDA/article/view/11058/7974>> Acesso em: 17 de jul de 2019
- TAVARES, J. M. R. **Consumo de água e produção de dejetos na suinocultura.** 2012. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), UFSC, Universidade Federal de Santa

Catarina, Florianópolis. Acesso em: 9 de setembro de 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/100704/311939.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 19 de junho de 2019

TINOCO, I. A. P.; CORREIA, M. L. A. Análise crítica sobre a Declaração Universal dos Direitos animais. **Revista Brasileira de Direito Animal**, Salvador, v.7, ano 5, p.169-195, 2010. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/RBDA/article/view/11043/7964> > Acesso em: 01 agosto de 2019

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. **Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, ed. 6, 2007. Disponível em: <http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf>

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4 ed. São Paulo: Navegar, 2011. p. 157-164.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

WHO. Expert Committee on Rabies. Geneva: **WHO**, 1973. 55p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38621/WHO_TRS_523.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 17 de jul de 2019

WHO. Expert consultation on rabies. Geneva: **WHO**, 2005. (First Report Technical Report) Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43262/WHO_TRS_931_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 17 de jul de 2019