

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
CÂMPUS APUCARANA/LONDRINA

LIVIA NUNES BUONO

**DIAGNÓSTICO DE USO DE ÁGUA NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
DE LONDRINA: ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA  
2018

LIVIA NUNES BUONO

**DIAGNÓSTICO DE USO DE ÁGUA NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
DE LONDRINA: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi

LONDRINA

2018

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

B944d Buono, Livia Nunes  
Diagnóstico de uso de água no hospital universitário de Londrina: estudo de caso / Livia Nunes Buono. – Londrina: [s.n.], 2018.  
138 f. : il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina, 2018.  
Bibliografia: f. 113-125

1. Água - Conservação. 2. Água - Reuso. 3. Águas Pluviais - Aproveitamento. I. Costanzi, Ricardo Nagamine, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

CDD: 628

Ficha catalográfica elaborada por Simone Cristina Menolli – CRB 9/1500



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
Campus Apucarana/Londrina



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**DIAGNÓSTICO DE USO DE ÁGUA NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO**  
**DE LONDRINA: ESTUDO DE CASO**

Por

**Livia Nunes Buono**

Dissertação de mestrado apresentada no dia 5 de julho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Câmpus Apucarana/Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A Candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados<sup>1</sup>. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

---

Orientador

Prof. Dr – Ricardo Nagamine Costanzi  
(UTFPR)

---

Membro Titular

Prof. Dr Benedito Martins Gomes  
(UNIOESTE-Cascavel-PR)

---

Membro Titular

Prof. Dr- Rafael Montanhini Soares de  
Oliveira (UTFPR)

---

Prof. Dr<sup>a</sup> – Alessandra Furtado da Silva

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

---

<sup>1</sup> O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Dedico o presente trabalho aos meus amados pais, Odair Buono e Ana Paula Nunes Buono, sem os quais não teria concluído mais esta etapa da jornada acadêmica.

À toda minha família, que me deu o suporte necessário para a conclusão do mestrado, em especial às minhas irmãs: Taíza Nunes Buono Lombardi e Anna Flávia Nunes Buono, à minha tia Valéria Maria Nunes, e à minha avó Ivonne Gamba Nunes.

Ao meu amigo Guilherme Fonseca, cujo apoio foi essencial para a conclusão deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a dádiva da vida, e por toda força e persistência oferecidas para vencer mais esta etapa.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi pela confiança, paciência, amizade e orientação deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores do PPGEA que em algum momento colaboraram, de forma direta ou indireta, com o desenvolvimento e execução do projeto e deste trabalho final de dissertação, e, em especial à banca examinadora, pela contribuição na avaliação deste trabalho.

Agradeço à minha família, que sempre esteve presente, compartilhando dos momentos de alegria e mais ainda dos momentos de adversidade, me apoiando e me mantendo firme.

Sou igualmente grata a todos os amigos que compartilharam comigo momentos especiais nesse período acadêmico, inclusive a execução deste trabalho de dissertação, sempre se mostrando solidários e afetuosos. Assim sendo, é com muito carinho que agradeço, em especial, à: Suzana Curti, Vera Lúcia Delmônico, Natália Lopes, Mariana Zuccoli, Pedro Santana, Maruen Ghaban, Mariana Larini, Vítor Galdino Ricci, Alexandre Henrique Chagas Faresin, Thalita Delduque, Priscila Peteck, e Guilherme Fonseca. Muito obrigada pela paciência, amizade, carinho e compreensão. O sentimento despertado jamais será apagado.

Agradeço também a todos os técnicos de laboratórios e funcionários em geral da UTFPR, por toda a ajuda concedida no período de análises laboratoriais, em especial à Beth do laboratório de saneamento. Agradeço ao Matheus Trindade pela colaboração nas análises laboratoriais e visitas a campo.

Por fim, agradeço à administração do hospital que foi objeto deste estudo por toda a colaboração. Agradeço especialmente ao Rodolfo Gamba pela excepcional atenção concedida durante as visitas ao hospital. Posso dizer seguramente que sem a sua colaboração, o trajeto teria sido muito mais longo. Agradeço ao Gildomar, pela gentileza e solicitude sempre que foi necessário coletar informações da lavanderia. Agradeço aos funcionários da lavanderia pela disposição em ajudar. Agradeço aos funcionários da cozinha do hospital, também sempre dispostos a colaborar com a pesquisa. Agradeço à Professora Márcia Perugini por se dispor a realizar a conexão entre os pesquisadores envolvidos neste trabalho e administração do hospital. Por fim,

agradeço a todos que colaboraram direta ou indiretamente com a conclusão de mais uma etapa desta longa jornada acadêmica, muito obrigada!

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível” (WEBER, Max).

BUONO, Livia Nunes. **DIAGNÓSTICO DE USO DE ÁGUA NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE LONDRINA: ESTUDO DE CASO**. 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental).- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Londrina, 2018.

## RESUMO

Os centros urbanos têm sofrido com a escassez e a poluição das águas devido ao gerenciamento inapropriado dos recursos hídricos e ao aumento populacional, que por consequência ocasiona um aumento na demanda de água potável. Portanto, a conservação desse recurso tem se tornado um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade nos últimos tempos. A utilização de programas de gerenciamento da água no combate ao uso excessivo de água potável vem sendo adotado em várias edificações com resultados bastante positivos em todo o país. O setor de serviços de saúde está em constante evolução em relação à implementação de técnicas sustentáveis. Recentemente, os centros hospitalares têm dedicado maior atenção à causa ambiental. Este trabalho apresenta um diagnóstico de uso e consumo de água e um estudo preliminar visando a implantação de um Programa de Conservação de Água (PCA) em um Hospital Público localizado no município de Londrina – PR. Esse estudo tem sua importância centrada na redução do consumo de água, bem como na sistematização e organização de ações técnicas apropriadas e economicamente viáveis, resguardando a saúde de seus usuários e o perfeito desempenho dos sistemas envolvidos. O procedimento metodológico utilizado nesse estudo visou apresentar o perfil do consumo de água para esta tipologia de edificação, compará-la com os índices constantes na literatura, e após avaliação dos resultados, propor medidas técnicas visando a minimização do consumo de água. Além da minimização do consumo, a implementação do PCA também visa a utilização de fontes alternativas de água para usos não potáveis. As alternativas exploradas neste estudo foram: o Aproveitamento de Águas pluviais, que, por meio de um sistema composto por área de cobertura, tubulações e reservatórios, coleta e reserva água da chuva para uso *in loco*; o reúso de água da lavanderia, que, por meio de análises laboratoriais teve o seu efluente caracterizado; e um estudo de viabilidade da perfuração de um poço para captação direta de águas subterrâneas no local. Foi possível concluir que o Hospital possui muitas possibilidades de melhoria, uma vez que apenas utiliza água da Companhia de Saneamento do Paraná. Dentre as propostas de obtenção alternativa de água, foi constatado que a perfuração de poço se mostra como principal maneira de promover economia para a edificação. Além disso, foi possível concluir também, que a troca de equipamentos e substituição por outros mais econômicos eliminaria perdas de água no hospital, no entanto, a edificação possui um bom sistema de manutenção e as perdas devido a vazamentos e equipamentos defeituosos são mínimas.

**Palavras-chave:** Conservação de água. Hospital. Aproveitamento de água pluvial. Águas subterrâneas. Reúso de água.

BUONO, Livia Nunes. **WATER USE DIAGNOSIS IN THE UNIVERSITY HOSPITAL OF LONDRINA: A CASE STUDY**. 2018. 139 p. Thesis (Master's Degree in Environmental Engineering) – Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2018.

### ABSTRACT

Urban centers have suffered from water scarcity and pollution due to inadequate management of water resources and increasing population, which consequently causes an increase in the demand for drinking water. Therefore, the conservation of this resource has become one of the greatest challenges faced by humanity in recent times. The use of water management programs to combat the excessive use of drinking water has been adopted in several buildings with very positive results throughout the country. The health services sector is in constant evolution in relation to the implementation of sustainable techniques. Recently, hospital centers have devoted more attention to the environmental cause. This work presents a diagnosis of water use and consumption and a preliminary study aimed at the implementation of a Water Conservation Program (PCA) in a Public Hospital located in the city of Londrina – PR. Its importance is focused on reducing water consumption, as well as systematizing and organizing appropriate and economically viable technical actions, safeguarding the health of its users and the perfect performance of the systems involved. The methodological procedure used in this study aimed to present the water consumption profile for this building typology, to compare it with the indexes in the literature, and after evaluating the results, to propose technical measures aimed at minimizing water consumption. In addition to minimizing consumption, the implementation of the PCA also aims to use alternative sources of water for non-potable uses. The alternatives explored in this study were: Rainwater harvesting, which, through a system composed of coverage area, pipes and reservoirs, collects and reserves rainwater for in loco use; water reuse of the laundry, which, through laboratory analysis, had its effluent characterized; and a feasibility study of drilling a well for direct abstraction of groundwater at the site. It was possible to conclude that the Hospital has many possibilities for improvement, since it only uses water from the Sanitation Company of Paraná. Among the alternative sources for obtaining water, it was verified that well drilling is shown as the most effective way to promote economy for the building. In addition, it was also possible to conclude that the exchange of equipment and replacement for other more economical ones would eliminate many losses of water in the hospital.

**Keywords:** Water conservation. Hospital. Rainwater harvesting. Groundwater. Water reuse.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conservação e gerenciamento da água.....	22
Figura 2: Visão macro de um PCA (Programa de Conservação da Água).....	24
Figura 3: Fluxograma das etapas de um PCA a ser implantado em edificação já existente.....	26
Figura 4: Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água pluvial.....	30
Figura 5: Hospital Universitário de Londrina. ....	41
Figura 6: Fluxograma das etapas desenvolvidas no estudo. ....	42
Figura 7: Lavanderia HUL. a) Máquinas de capacidade de 200 e 100 kg. b) Máquina de capacidade de 60 kg. ....	48
Figura 8: Variação do consumo de água mensal (m <sup>3</sup> ) e média de consumo diário (m <sup>3</sup> ) no HUL no ano de 2017. ....	50
Figura 9: Variação da quantidade (Kg) de roupas lavadas na lavanderia do HUL de janeiro a dezembro de 2017.....	53
Figura 10: Setor de cozinha geral. ....	56
Figura 11: (a) Setor de cozinha dietética e (b) setor da empresa terceirizada. ....	56
Figura 12: Bandejas utilizadas durante o almoço dos funcionários.....	57
Figura 13: (a) Lavagem de louça no setor de cozinha geral e (b) cozinha dietética..	58
Figura 14: Refeições servidas mensalmente aos pacientes do HUL no ano de 2017. ....	60
Figura 15: Refeições servidas mensalmente aos funcionários do HUL no ano de 2017. ....	61
Figura 16: Total de refeições servidas mensalmente no HUL no ano de 2017. ....	62
Figura 17: Refeições servidas aos pacientes divididas em: almoço, pequenas refeições e jantar.....	63
Figura 18: Refeições servidas aos funcionários divididas em: almoço, pequenas refeições e jantar.....	63
Figura 19: Mapa geológico regional e de localização da área. ....	74
Figura 20: Teste de normalidade por Kolmogorov-Smirnov. ....	76
Figura 21: Primeiro enxágue do ciclo 2 - Elevada concentração de sangue.....	81
Figura 22: Processo automatizado de lavagem. a) Painel de controle. b) Dosagem de produtos inseridos em cada etapa. ....	85

Figura 23: a) Canaleta de escoamento de efluente de lavagem. b) Coleta de amostras.....	85
Figura 24: Valores de pH para roupas leves + cobertores (ciclo 1).....	87
Figura 25: Valores de pH para roupas leves (ciclo 1).....	87
Figura 26: Valores de pH para roupas pesadas (ciclo 2). ....	88
Figura 27: Valores de condutividade para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	90
Figura 28: Valores de condutividade para roupas leves (ciclo 1). ....	90
Figura 29: Valores de condutividade para roupas pesadas (ciclo 2). ....	91
Figura 30: Valores de DQO para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	92
Figura 31: Valores de DQO para roupas leves (ciclo 1). ....	93
Figura 32: Valores de DQO para roupas pesadas (ciclo 2).....	93
Figura 33: Valores de Fósforo Total para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	95
Figura 34: Valores de Fósforo Total para roupas leves (ciclo 1). ....	95
Figura 35: Valores de Fósforo Total para roupas pesadas (ciclo 2).....	96
Figura 36: Valores de Nitrogênio Total para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	98
Figura 37: Valores de Nitrogênio Total para roupas leves (ciclo 1). ....	98
Figura 38: Valores de Nitrogênio Total para roupas pesadas (ciclo 2).....	99
Figura 39: Simulação de eficiência x volume para o reservatório de captação de água de chuva.....	106

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Valores estimados de consumo de água em hospitais de acordo com diferentes autores.....	20
Quadro 2: Parâmetros de engenharia estimativas da demanda residencial de água potável para uso externo.....	32
Quadro 3: Custos Internacionais da Água (não inclusos seu transporte).....	36
Quadro 4: Valores descritivos de consumo diário e custo financeiro mensal de água do HUL no ano de 2017. ....	49
Quadro 5: Consumo de água por leito no HUL no ano de 2017.....	51
Quadro 6: Valores descritivos da quantidade de roupas lavadas mensalmente no HUL e médias diárias para todo o ano de 2017. ....	52
Quadro 7: Variação do consumo de água para cada nível utilizado pela máquina com capacidade de 200kg.....	54
Quadro 8: Consumo de água por ciclo e consumo de água por kg de roupa lavada. ....	54
Quadro 9: Consumo médio de água por quilograma de roupa lavada no HUL.....	55
Quadro 10: Consumo diário de água na cozinha do HUL. ....	59
Quadro 11: Total de refeições servidas por mês e média de refeições servidas por dia na cozinha do HUL em 2017. ....	60
Quadro 12: Quantidade de refeições servidas na cozinha do HUL ao longo de 2017. ....	64
Quadro 13: Consumo de água por refeição e consumos total diário e mensal na cozinha do HUL.....	65
Quadro 14: Diagnóstico de torneiras no Hospital Universitário de Londrina. ....	66
Quadro 15: Diagnóstico de chuveiros e duchas no HUL.....	67
Quadro 16: Diagnóstico de vasos sanitários e mictórios no HUL.....	68
Quadro 17: Índice de consumo de água no período histórico ao longo de 2017. ....	69
Quadro 18: Desperdício diário de água estimado ao longo de 2017.....	70
Quadro 19: Índice de desperdício diário de água estimado ao longo de 2017.....	71
Quadro 20: Índice de perdas volumétricas visíveis no HUL ao longo de 2017.....	72
Quadro 21: Equipamentos economizadores de água. ....	73
Quadro 22: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade leve/cobertores. ....	78
Quadro 23: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade leve – Ciclo 1. ....	79

Quadro 24: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade pesada/cirúrgica – Ciclo 2...	80
Quadro 25: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade super pesada/compressas. .	82
Quadro 26: Produtos químicos utilizados nos ciclos de lavagem. Fonte: Rotulagem produtos (HUL, 2018).....	84
Quadro 27: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas leves + cobertores (ciclo 1).....	100
Quadro 28: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	101
Quadro 29: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves + cobertores (ciclo 1). ....	101
Quadro 30: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas leves (ciclo 1).....	102
Quadro 31: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas leves (ciclo 1). ....	102
Quadro 32: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves (ciclo 1).....	103
Quadro 33: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas pesadas (ciclo 2). ....	103
Quadro 34: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas pesadas (ciclo 2).....	104
Quadro 35: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves (ciclo 2).....	104

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos .....	17
<b>3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Escassez de água .....	18
3.2 Consumo de água em hospitais.....	19
3.3 Programas de conservação de água.....	20
3.4 Fontes alternativas de uso e abastecimento de água .....	27
3.4.1 Captação de água de chuva .....	28
3.4.2 Captação direta de águas subterrâneas .....	34
3.4.3 Reúso de água.....	37
<b>4.METODOLOGIA .....</b>	<b>40</b>
4.1 Área de Estudo.....	40
4.2 Aspectos Metodológicos da Pesquisa.....	41
4.2.1 Coleta das Informações .....	42
4.2.2 Cálculo dos índices de Consumo para o Local de Estudo.....	43
4.2.3 Análise do Sistema Hidráulico Predial .....	45
4.2.4 Implementação de Sistema de Captação de Água de Chuva.....	46
4.2.5 Reúso de água da lavanderia .....	47
4.2.6 Perfuração de poço para captação direta de aquífero .....	48
<b>5.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
5.1 Avaliação descritiva do local de estudo.....	49
5.2 Identificação de fontes alternativas de água .....	73
5.2.1 Captação direta de águas subterrâneas .....	73
5.2.2 Reúso de água da lavanderia .....	78
5.2.3 Aproveitamento de águas pluviais .....	105
<b>6.ANÁLISE E AÇÕES PARA A GESTÃO DA ÁGUA .....</b>	<b>108</b>
<b>7.CONCLUSÕES .....</b>	<b>112</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>

**APÊNDICE ..... 126**  
**ANEXO ..... 130**

## 1. INTRODUÇÃO

A escassez de água tem se tornado uma das questões mais relevantes a nível global nos últimos anos. A rápida urbanização tem causado problemas ambientais ao afetar negativamente os ciclos hidrológicos dos sistemas urbanos de água, levando a uma demanda crescente de água potável e exacerbando a escassez de recursos hídricos. (SGROI et al, 2018). A disponibilidade de água potável vem sendo reduzida a números alarmantes devido a fatores como poluição, mudanças climáticas e também, devido ao aumento da demanda (GHISI, 2006; GIACCHINI e FILHO, 2008). Como principal agente responsável por esse déficit, cabe ao homem encontrar maneiras de preservar esse recurso natural essencial para a vida na Terra.

De acordo com VAIRAVAMOORTHY *et al.* (2008), existem dois aspectos importantes acerca do fator escassez: o primeiro é o aumento absoluto da demanda devido ao crescimento da população, que, segundo UMAPATHI *et al.* (2013), eleva o consumo *per capita* da água em paralelo com o crescimento econômico. O segundo está associado ao aumento da concentração da população em centros urbanos, em 2014, aproximadamente 3,9 bilhões de pessoas, ou 54% da população global, vivia em cidades, e estima-se que, em 2050, esse número aumente para dois terços da população global, o que irá gerar um aumento de cerca de 55% na demanda de água no Mundo (OECD, 2012; ROSEGRANT *et al.*, 2002; UNESCO, 2015; UNDESA, 2012).

Assim, o gerenciamento e o planejamento do uso de recursos hídricos associados ao esgotamento de águas superficiais e subterrâneas correspondem a uma preocupação fundamental e iminente nos centros urbanos. O desafio de tratar e mitigar tais problemas se faz urgente para que as cidades sejam capazes de solucionar os desafios hídricos quanto a: segurança, demanda, conservação, equidade, eficiência e consumo sustentável (ARFANUZZAMAN e RAHMAN, 2017).

Os estudos nacionais de referência para o uso racional da água em edificações consistem no diagnóstico do uso desse insumo, envolvendo um levantamento documental (projetos dos sistemas prediais de água, consumo periódico etc.), levantamento cadastral e de vazamentos e avaliação do comportamento dos usuários. A partir disso, são efetuadas propostas de planos de intervenção, com a avaliação do impacto de redução no consumo de água (YWASHIMA, 2005).

Assim, os Programas de Conservação de Água (PCA) surgem como alternativa para preservar a água em edificações nos centros urbanos. De acordo com SAUTCHÚK e MARRACCINI (2005), um PCA implantado de forma sistêmica implica em otimizar o consumo de água com a conseqüente redução do volume de efluentes gerados, a partir da adequação do uso e da utilização de fontes alternativas, considerando os diferentes níveis de potabilidade necessários de acordo com um Sistema de Gestão apropriado.

A implementação de um PCA em edificações apresenta diversos benefícios, dentre os quais se podem destacar: possibilidade de aumento do número de usuários atendidos com a mesma oferta de água; redução de investimentos na busca da água; preservação dos recursos hídricos disponíveis; redução do pico de demanda; diminuição do volume de águas residuárias; além de redução da demanda de energia elétrica no sistema de fornecimento, coleta e tratamento de esgoto.

Dentre os diversos setores da economia e prestadores de serviços, uma importante área passível de implementar um PCA, é o setor da saúde, mais especificamente, as edificações onde se localizam os centros hospitalares, cujas operações possuem um importante impacto social e ambiental, uma vez que apresentam elevado consumo de água e energia (JAROUSSE, 2012; WEISZ *et al.*, 2011).

De acordo com a NBR 12.211/1992, consumidores especiais de água são aqueles que devem ser atendidos, independentemente de aspectos econômicos relacionados ao seu atendimento. Dentre esses, estão inclusos os hospitais, devido à sua importância para a população.

Serviços de saúde consomem água intensivamente (SAHAMIR e ZAKARIA, 2014). Uma vez que os hospitais proporcionam assistência para as pessoas de uma comunidade, eles podem ser caracterizados por uma ligação inerente à responsabilidade social e às dimensões da sustentabilidade (KINNEY, 2010).

Neste contexto, optou-se por estudar a gestão do uso de água de um hospital público localizado no município de Londrina - PR, uma vez que, hoje, uma das maiores preocupações das instituições públicas e privadas, incide do grande consumo de água associado aos seus elevados custos econômicos e ambientais.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como finalidade realizar o diagnóstico de uso e consumo de água no Hospital Universitário de Londrina (HUL).

### 2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- realizar um estudo preliminar visando a implantação de um Programa de Conservação de Água (PCA) no Hospital Universitário de Londrina;
- avaliar a viabilidade de implementação de um sistema de captação direta de aquífero e posterior orçamento do sistema.
- avaliar a viabilidade de implementação de um sistema de captação de água de chuva no Hospital Universitário de Londrina o e posterior dimensionamento do sistema.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Escassez de água

A água é considerada uma fonte vital devido ao seu impacto nas funções ecológicas (HURLIMAN et al., 2009), seu papel nos programas de desenvolvimento econômico-social (ABDULLAEV et al., 2009; ALLAN, 2005), inclusão de valores culturais e religiosos (FOLTZ, 2002), inclusão de valor estético e intrínseco (MOLLE et al., 2008) e, finalmente, sua quantidade é constante no mundo (OHISSON, 2000). Prevê-se que esse recurso será tão valioso quanto o petróleo no século atual (ALCAMO et al., 2007; ERCIN e HOEKSTRA, 2012; HOEKSTRA, 2014; QADIR et al., 2003).

A questão da crescente escassez de água tem sido cada vez mais percebida como um risco sistêmico global (VÖRÖSMARTY et al., 2010; BAKKER, 2012). Atualmente, os seres humanos estão enfrentando uma situação de escassez nunca antes experimentada, e, à medida que ocorrem: crescimentos populacional e econômico, urbanização, industrialização, mudanças climáticas, poluição da água e má gestão da água; diminuem a quantidade e qualidade dos recursos hídricos na escala local à global (UN-WATER, 2007; WRG, 2013; WWAP, 2012, 2015).

Com base em um estudo recente (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2016), dois terços da população mundial vivem sob escassez severa de água em pelo menos um mês do ano e meio bilhão de pessoas enfrentam escassez severa de água durante o ano todo. A crescente magnitude e extensão da escassez de água está pondo em cheque o desenvolvimento sustentável global, a segurança alimentar, os serviços ecossistêmicos, a criação de empregos e outros aspectos do bem-estar humano (UNEP, 2007; ALEXANDRATOS e BRUINSMA, 2012; WWAP, 2012, 2015, 2016). Muitos estudos confirmam que a escassez de água aumentará significativamente nas próximas décadas com o agravamento da qualidade de vida (ALCAMO et al., 2007; ERCIN e HOEKSTRA, 2012; HOEKSTRA, 2014).

Alguns estudos tem usado amplamente os conceitos de água virtual (AV), introduzidos por Allan (1993), e “pegada hídrica” (PH) (HOEKSTRA et al., 2011) para estudar as mudanças da paisagem global e comércio indireto da água que está embutida em alguns produtos. O primeiro, (AV) retorna a água incorporada nos bens comercializados fora das fronteiras nacionais e exclui o consumo doméstico. O último,

(PH) inclui a água incorporada em bens ao longo de toda a cadeia de suprimento em uma base de consumo.

Um método comumente usado para calcular o comércio de AV e a PH é o modelo de entrada-saída multi-regional (MRIO). As tabelas de IO (entrada e saída) expressam o valor monetário das transações econômicas que ocorrem em todos os setores de uma economia para explicar as interdependências setoriais no sistema econômico.

Os modelos MRIO têm sido amplamente utilizados para calcular as consequências do comércio internacional nas pegadas hídricas regionais (ANTONELLI et al., 2012; DUARTE e YANG, 2011; LENZEN et al., 2013). Esses estudos são particularmente úteis, pois avaliam o efeito do comércio internacional sobre os recursos hídricos domésticos, o efeito da disponibilidade de água no comércio internacional e as consequências do comércio internacional para melhorar ou agravar os efeitos da escassez global de água (HOEKSTRA et al., 2011).

Com o aumento da escassez de água e a diminuição das opções de aumento da oferta, os gestores de recursos hídricos e formuladores de políticas em todo o mundo estão se voltando para soluções de gerenciamento de demanda de água (SALETH e DINAR, 2000).

A gestão da demanda de água é, portanto, uma das principais questões na agenda de políticas da água (FRANCEYS e GERLACH, 2011). A conservação da água, que significa mais produtividade por unidade de consumo de água, é considerada um fator chave para manter a vida e a segurança alimentar (RATNAKAR e DAS, 2006).

A utilização eficiente e sustentável dos recursos hídricos é a base para a manutenção do desenvolvimento social e econômico e a demanda por gestão ambiental (XINCHUN *et al.*, 2017).

A melhoria da eficiência do uso da água em setores associados, como agricultura, indústria e consumo residencial, é considerada uma possível solução para o problema da escassez de água (FAO, 2012; ALEXANDRATOS e BRUINSMA, 2012; WADA et al., 2014; WWAP, 2016).

### 3.2 Consumo de água em hospitais

O valor diário de água requerido para hospitais realizarem suas atividades, varia de acordo com alguns fatores, como número de leitos, serviços gerais

desenvolvidos pelo hospital, como cozinha e lavanderia, disponibilidade de água, fatores climáticos, culturais e geográficos, entre outros (VERLICCHI *et al.*, 2010).

De acordo com GAUTAM *et al.* (2007), o consumo de água em hospitais varia entre 400 e 1.200 L dia<sup>-1</sup> leito<sup>-1</sup>, o que em muito excede o consumo doméstico mínimo de 100 L habitante<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, segundo EMMANUEL *et al.* (2009).

O quadro 1 mostra uma compilação de valores estimados para consumo de água em hospitais de acordo com diferentes autores.

Valor	Unidade	Autor
249-269	Litros/empregado/dia	Dziegielewski et all, 1993.
311	Litros/empregado/dia	Army Institute for Water Resources, 1987 in Billings e Jones, 1996, p.16.
7	Litros/m <sup>2</sup> /dia	Hoddinot, M., 1981 in Billings & Jones, 1996, p.16.
300-600	Litros/leito/dia	Melo e Netto, 1988.
250	Litros/leito/dia	Berenhauser e Pulici, 1983, Sabesp.
567	Litros/leito/dia	Metcalf & Eddy, 1991.
38	Litros/empregado/dia	Metcalf & Eddy, 1991.
250	Litros/leito/dia	DMAE, 1988.
950	Litros/leito/dia	Qasim, Syed R., 1994.
344	Litros/empregado/dia	Planning and Management Consultants, 1994 in Dziegielewski et all in Mays, 1996.
250	Litros/leito/dia	Macintyre, 1982.
625	Litros/leito/dia	Geyer e Lentz (1962) in Mays, 1996.
38	Litros/empregado/dia	Geyer e Lentz (1962) in Mays, 1996.

**Quadro 1: Valores estimados de consumo de água em hospitais de acordo com diferentes autores.**

**Fonte: Adaptado de Tomaz (1999).**

### 3.3 Programas de conservação de água

A nomenclatura “conservação de água” pode ser entendida como o uso controlado e eficiente deste recurso por meio da adoção de práticas conservacionistas, seja o uso racional ou o reúso da água, com o objetivo de minimizar o consumo excessivo de água potável em grandes instalações.

Os Programas de Conservação de Água visam estabelecer medidas que induzam a conservação, uso racional e fontes alternativas de coleta de água. Destaca também a racionalização e reutilização da água em sistemas prediais e incentiva o desenvolvimento da conscientização pública sobre a importância do uso racional da água para a conservação do meio ambiente.

Outra aspecto relacionado aos programas de conservação e reúso de água é a possibilidade de criação de um cadastro predial junto a órgãos do governo municipal. Essa iniciativa facilita a parceria entre governo e empresas, além de treinamento técnico profissional e dissemina práticas para processos de certificação com, por exemplo, o Green Building Council (GBC), uma organização não governamental que visa promover a indústria da construção sustentável em muitos países (GBC BRASIL, 2012).

A certificação utilizada pelo GBC é a Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED), que inclui o uso racional da água. Nesta categoria, inclui-se a captação de água da chuva, o que contribui para a economia de água potável. Esta certificação oferece vantagens para as empresas, como a redução dos custos operacionais e a redução efetiva do consumo de água e energia.

No Reino Unido, alguns padrões relacionados à construção sustentável também estão em uso atualmente. Todas as novas casas devem ser classificadas de acordo com o Código para Casas Sustentáveis (CLG, 2008), que é um padrão nacional para projetos sustentáveis e construção de novas residências. Os edifícios não residenciais são classificados por meio do *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Método de Avaliação Ambiental do Estabelecimento de Pesquisa Predial), embora não seja atualmente obrigatório (BREEAM, 2009).

No Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro em 1992, elaborou a Agenda 21, que destacou o papel potencial desempenhado pela educação na criação da consciência necessária para proteger o meio ambiente e contribuir para o desenvolvimento sustentável (VELEVA et al., 2001). A Agenda 21 impõe ao Governo e à comunidade, o dever de defender e preservar quantitativa e qualitativamente a água para as presentes e futuras gerações.

Um programa de conservação de água deve estabelecer conceitos e práticas associados ao uso de tecnologias, padrões e diretrizes que abordem a minimização do consumo de água (redução da demanda) e o uso de fontes alternativas holisticamente (Figura 1).



Figura 1: Conservação e gerenciamento da água.

Fonte: Autor (2018).

No âmbito de sistemas prediais, o gerenciamento do uso da água está associado à oferta e demanda. Como pode ser observado na figura 1, a oferta está relacionada com a disponibilidade de fontes alternativas de água, como as citadas: reúso de água residuais, captação de água de chuva e uso de águas subterrâneas. A demanda está vinculada ao consumo otimizado da água por meio de setorização, eliminação de perdas de água (desperdício), adequação de equipamentos hidráulicos, cálculos de indicadores de consumo, educação ambiental e incentivo fiscal (impostos).

Em abril de 1997, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério das Minas e Energia, em conjunto com o Ministério do Orçamento e Planejamento instituíram no Brasil, um programa com ênfase na conservação de água denominado Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). O programa tem como objetivos, promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas.

Além disso, pretende definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes

para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas (PNCDA, 1998).

De acordo com FRANGIPANI (2007), em termos de abrangência temática, o Programa comporta ações com interface junto aos recursos hídricos, no âmbito da bacia hidrográfica, passando pelo sistema público de abastecimento de água, propriamente dito, atingindo o uso racional da água pelos usuários (sistemas prediais). O Programa centra suas principais ações em linhas de capacitação, elaboração de estudos, disseminação tecnológica e articulação institucional visando ao desenvolvimento de ações conjuntas e complementares de combate ao desperdício de água.

Para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados em função de características de sistemas e centros de produção específicos. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda, redução de perdas e minimização da geração de efluentes se constituem, em associação às práticas conservacionistas, nas palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos e de redução da poluição (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

Uma das maneiras de se restabelecer esse equilíbrio, é por meio da implementação de um Programa de Conservação de Água – PCA. De acordo com SAUTCHÚK e MARRACCINI (2005), um Programa de Conservação de Água, implantado de forma sistêmica implica em otimizar o consumo de água com a consequente redução do volume de efluentes gerados, a partir da otimização do uso e da utilização de fontes alternativas, considerando os diferentes níveis de potabilidade necessários de acordo com um Sistema de Gestão apropriado.

Com base nas necessidades de cada usuário, a implantação de Programas de Conservação de Água (PCA) em edificações deve subsidiar os gerentes de utilidades na escolha das ações técnicas mais apropriadas e economicamente viáveis, para otimizar o uso da água, assegurando a saúde dos usuários e o perfeito desempenho dos sistemas envolvidos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

De acordo com New Mexico Office of the State Engineer (1999), a conservação da água pode ser definida como qualquer ação que:

- reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento;
- reduza o consumo de água;

- reduza o desperdício de água;
- aumente a eficiência do uso de água; ou, ainda,
- aumente a reciclagem e o reúso de água.

De acordo com GONÇALVES e OLIVEIRA (1997), a implementação de um PCA em edifícios apresenta diversos benefícios, dentre os quais pode-se destacar: possibilidade de aumento do número de usuários atendidos com a mesma oferta de água; redução de investimentos na busca da água originada longe dos centros urbanos; preservação dos recursos hídricos disponíveis; redução do pico de demanda pela da otimização de equipamentos e tubulações; diminuição do volume de águas residuárias, implicando redução de investimento em seu tratamento; além de redução da demanda de energia elétrica no sistema de fornecimento, coleta e tratamento de esgoto.

Para a viabilidade de implantação de um PCA em qualquer que seja a edificação, é importante o entendimento dessa ação como a adoção de uma política de economia de água conforme exemplificado na figura 2.

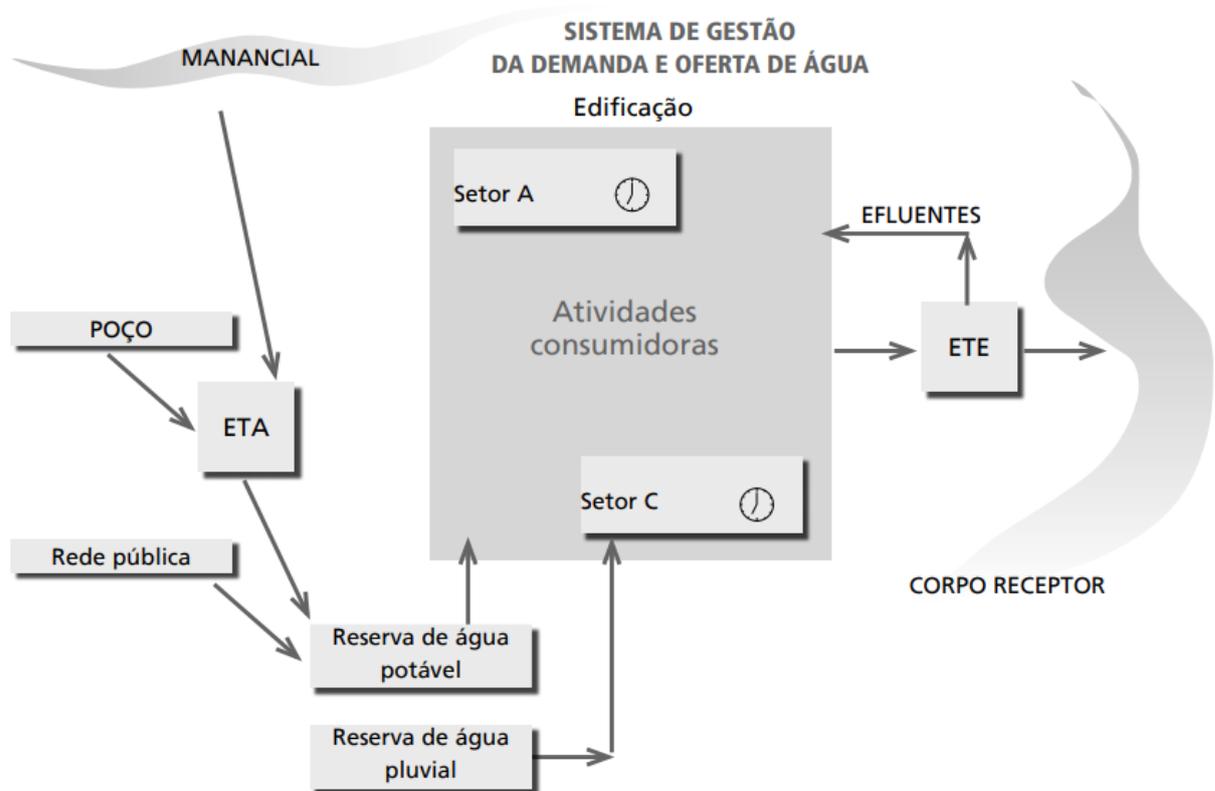


Figura 2: Visão macro de um PCA (Programa de Conservação da Água).

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2005).

O momento para a sistematização de um PCA está diretamente ligado à possibilidade de implementação de determinadas ações tecnológicas. Numa edificação já existente, algumas intervenções tecnológicas de possível aplicação podem ser inviabilizadas devido a imposições da própria edificação, como, por exemplo, falta de espaço para um novo sistema de reserva de água.

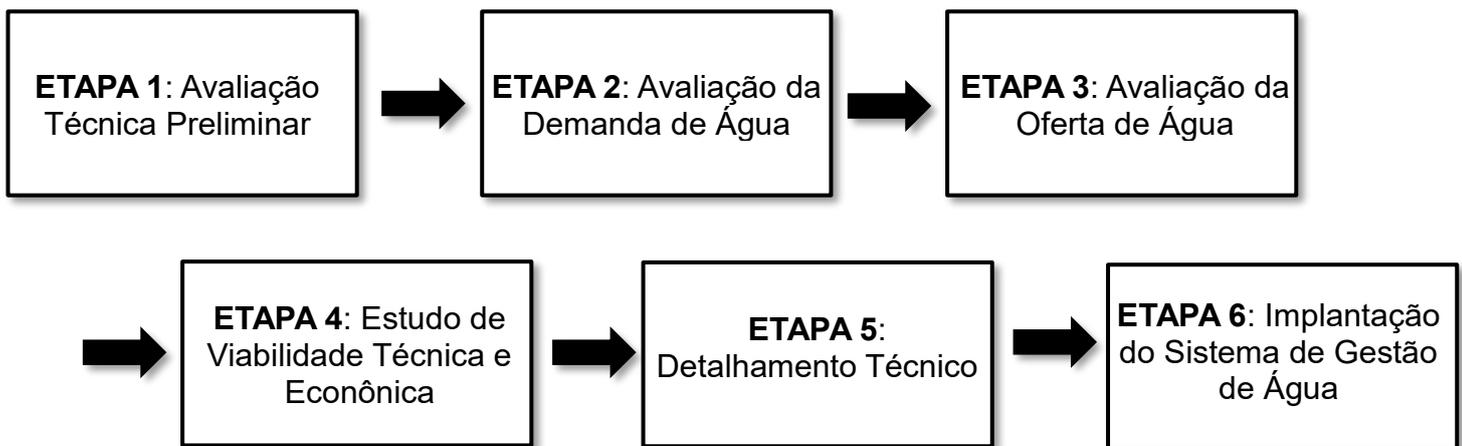
No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando a otimização do consumo, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, bem como facilidade de gestão do insumo por meio de projetos otimizados em traçados e ferramentas de monitoramento, ou seja, plano de setorização de medição preestabelecido em projeto de acordo com as necessidades. Neste caso, os limitantes executivos são minimizados (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

Segundo SAUTCHÚK (2004), um PCA apresenta dimensões de base ambiental, social e econômica. Sob a ótica do meio ambiente, implantar um PCA contribui com a preservação dos recursos hídricos, favorecendo o “Desenvolvimento Sustentável”. Na questão social, os PCAs viabilizam a melhor distribuição dos recursos hídricos à população, por meio dos volumes excedentes obtidos. E, ainda, um PCA reduz os custos com insumos em geral como água, energia e produtos químicos além de racionalizar custos operacionais e de manutenção, gerando benefícios econômicos.

A integração de ações na Demanda e Oferta de água, com a implantação de um Sistema de Gestão, consolidam um PCA. Um PCA se inicia com a otimização do consumo de água, em busca do menor consumo possível para a realização das mesmas atividades, garantindo-se a qualidade da água fornecida. Uma vez minimizado o consumo, devem ser avaliadas as possibilidades de utilização de fontes alternativas de água. Após a avaliação e implantação das ações que compõem o PCA, deverá ser implementado um Sistema de Gestão permanente, para garantia de manutenção dos índices de consumo obtidos e da qualidade da água fornecida (SAUTCHÚK, 2004).

Ainda de acordo com SAUTCHÚK (2004), o uso da água varia entre tipologias de edificações e atividades consumidoras, o que significa que o detalhamento do PCA será diferenciado entre estas. Para cada edificação devem ser identificados os maiores consumidores de água, de forma que as intervenções realizadas gerem significativas reduções de consumo.

Os estudos nacionais de referência para o uso racional da água em edificações consistem no diagnóstico do uso desse insumo, envolvendo um levantamento documental (projetos dos sistemas prediais de água, contas de água, etc.), levantamento cadastral e de vazamentos e avaliação do comportamento dos usuários. A partir disso, são efetuadas propostas de planos de intervenção, com a avaliação do impacto de redução no consumo de água (YWASHIMA, 2005). A metodologia proposta é estruturada em seis etapas (figura 3).



**Figura 3: Fluxograma das etapas de um PCA a ser implantado em edificação já existente.**

**Fonte: Sautchúk e Marraccini (2005).**

No caso de uma edificação já existente, a primeira etapa para a implantação de um PCA é denominada Avaliação Técnica Preliminar e compreende a coleta das informações necessárias para avaliação dos fluxos da água na edificação, quantidades, qualidades e processos envolvidos na sua utilização. O diagnóstico realizado nesta etapa, por meio da análise documental e do levantamento de campo, torna possível traçar metas de economia, explicitando a situação atual da edificação.

A etapa seguinte realiza a avaliação da demanda de água, de forma a otimizar o consumo da edificação. Posteriormente, é feita a análise de ofertas de água. É então gerada uma matriz de atuações na demanda e oferta de água vinculada aos investimentos necessários, períodos de retorno e expectativa de economia, compondo um estudo de viabilidade técnica e econômica. A análise das informações obtidas resultará na escolha do PCA ótimo. Uma vez determinado o PCA Ótimo, em função de requisitos que variam de acordo com a edificação, são detalhadas as ações a serem implementadas. Ao final, será implantado um Sistema de Gestão de Água de

forma a garantir perenidade aos novos indicadores de consumo obtidos para a edificação.

### 3.4 Fontes alternativas de uso e abastecimento de água

A água utilizada nas diversas atividades consumidoras pode ser obtida por meio das seguintes fontes:

- Concessionária;
- Captação direta de mananciais (águas subterrâneas);
- Captação de águas pluviais;
- Reúso de efluentes.

O abastecimento de água exige a garantia da continuidade do fornecimento, assim como da qualidade necessária a cada uso específico, assegurando a saúde pública dos usuários internos e externos. É responsabilidade das concessionárias de saneamento básico, o fornecimento contínuo de água com as características de potabilidade fixadas pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Os demais meios de obtenção de água para abastecimento transferem esta responsabilidade para os usuários. Com a utilização de fontes alternativas, o usuário passa a ser “produtor de água” e como tal, deve adotar os seguintes cuidados:

- Atendimento à legislação (outorga pelo uso);
- Atendimento às normas vigentes;
- Tratamento adequado da água a ser utilizada para garantia da potabilidade necessária para os usos específicos;
- Sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e quantidade;
- Capacitação e conscientização dos usuários.

Segundo SAUTCHÚK, 2004, é comum que os usuários tenham o hábito de consumir água sem que sejam questionados os aspectos relativos à sua qualidade. O uso negligente de fontes alternativas de água pode colocar o consumidor em risco pela utilização inconsciente de água contaminada.

### 3.4.1 Captação de água de chuva

O aproveitamento de água de chuva é, provavelmente, uma das tecnologias de captação de água mais antigas do mundo e que continua em pleno uso nos dias atuais (AMOS et al., 2016). Em áreas urbanas, essa prática é definida como sendo uma tecnologia utilizada para coletar e armazenar a água da chuva a partir de telhados e coberturas, por meio de técnicas simples, como a instalação de sistemas de lagoas naturais e/ou artificiais e reservatórios para uso *in loco*, como uso em vasos sanitário, rega de jardins e lavagem de pisos, por exemplo (CAMPISANO et al., 2017; HELMREICH e HORN, 2009).

É relatado que a captação de água de chuva pode gerar uma economia significativa de água para usos domésticos e industriais em diversos países (ABDULLA e AL SHAREEF, 2009). A importância dos sistemas de captação de água da chuva ficou evidentes na Alemanha a partir da década de 80. O objetivo era poupar água potável e não fazer uso da mesma para descargas sanitárias, e sim utilizar a água da chuva para este fim (HERRMANN e SCHMIDA, 1999).

Além da Alemanha, a Austrália também encoraja amplamente o uso de sistemas de captação de água de chuva, uma vez que neste país, os sistemas são comuns não só em áreas rurais, mas também em áreas urbanas devido a adoção do conceito de projetos ecologicamente sustentáveis por parte do governo Australiano (FEWKES, 2012), destacando o papel dos referidos sistemas na suplementação e/ou substituição no suprimento de água, como afirma MITCHELL, (2004).

De acordo com ABBOTT et al. (2007), situação semelhante ocorre na Nova Zelândia, onde se estima que mais de 10% da população utiliza água de chuva para consumo direto, uma vez que os principais usuários estão em comunidades rurais não supridas por sistemas centralizados de distribuição de água potável.

Nos Estados Unidos, o aproveitamento de água da chuva também é uma prática cada vez mais comum (THOMAS et al., 2014). O autor ainda aponta que o número estimado de sistemas de água de chuva em operação é próximo de 100.000. THOMAS et al., (2014) também afirma que o Texas é um dos estados que tem tido grande experiência de aumento na quantidade de sistemas de captação de água de chuva, sendo estimado que nos últimos 15 anos, 15.000 novos sistemas entraram em operação.

Segundo KRISHNA (2007), o crescimento é relacionado às condições climáticas e crescimento populacional contínuo, não deixando de mencionar os incentivos governamentais e avanços nas pesquisas relacionadas aos projeto e operação dos sistemas.

No Brasil, uma grande parte da população que não tem acesso a água tratada vive em áreas rurais da região semiárida. Dessa forma, o aproveitamento de água da chuva proveniente de telhados para consumo em residências tem sido usado como alternativa de suprimento de água para consumo humano no país.

Em 2001, o Governo Federal criou o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), tendo construído 260.000 cisternas, que ajudaram mais de 1 milhão de pessoas da região semiárida, até 2009, (PALMIER, 2009). O programa teve complementação com o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), em que o número 1 significa terra para produção e o número 2 significa dois tipos de água, uma para consumo humano e outra para produção de comida. Assim, o governo teve participação não só na consolidação de cisternas para consumo de água em residências, mas também na produção de alimentos (GNADLINGER, 2009).

O aproveitamento de águas pluviais, entre outras opções, pode desempenhar um papel central no sentido de aumentar a seguridade da água e reduzir os impactos sob o meio ambiente (EL SAYED et al., 2011). De maneira geral, pode transformar riscos (inundações e águas poluídas) em recursos locais (água para determinados usos) (DOMÈNECH e SAURÍ, 2011).

Diversos autores (KIM *et al.*, 2012; HELMREICH e HORN, 2009; ABDULLA e AL SHAREEF, 2009; SHI *et al.*, 2007), reportam que a utilização de água da chuva é benéfica devido à redução de demanda por águas superficiais e subterrâneas, além de proteger o meio ambiente, economizando energia, reduzindo investimentos em infraestrutura e fornecendo um processo industrial melhorado.

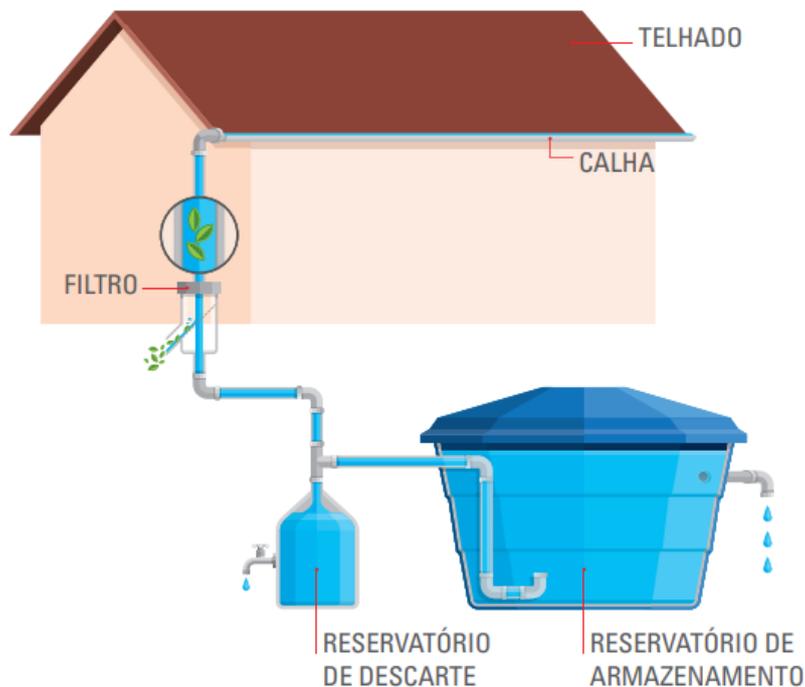
O uso eficiente de água da chuva representa economias para seus consumidores de pequeno porte, indústrias e para a sociedade em geral. Além disso, a captação de águas pluviais reduz o escoamento superficial da água da chuva e minimiza problemas como enchentes, buscando assegurar sustentabilidade urbana.

De acordo com ZHU et al. (2004), a aplicação desta tecnologia é conveniente por fornecer água no local de consumo, e por seus consumidores possuírem total controle de seu próprio sistema, o que reduz grandemente custos e problemas com operação e manutenção.

Para o bom funcionamento de um sistema de captação de água de chuva, é importante o planejamento do sistema de captação e armazenamento de águas. Esta etapa inclui além da escolha de um reservatório, a seleção de outros componentes que permitirão o seu bom funcionamento, como calhas, condutos, filtros, e dispositivos de autolimpeza.

Os sistemas são constituídos basicamente pelos componentes apresentados na figura 4: área de captação; condutores, que são as calhas e tubulações responsáveis pela condução da água captada ao reservatório; sistema filtrante responsável pela remoção de contaminantes e detritos maiores, como folhas e fezes de animais; e reservatórios, que são as cisternas ou tanques para armazenar a água coletada e também para descartar a água não utilizada.

Além disso, há o sistema de distribuição, que são os dispositivos responsáveis por direcionar a água aos pontos de abastecimento, seja por gravidade ou por bombas e o sistema de purificação, que se refere ao tratamento adequado ao uso final da água (KINKADE-LEVARIO, 2007; KRISHNA, 2005).



**Figura 4: Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água pluvial.**

Fonte: IPT (2015).

As calhas e condutores fazem parte do sistema de captação de água da chuva, uma vez que são responsáveis por direcionar a água ao reservatório de armazenamento. A instalação de calhas e condutores é prevista nas construções de edificações pela Norma Brasileira (NBR) 10.844, “Instalações prediais de águas pluviais” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), que normatiza essas instalações.

Dessa forma, as calhas e condutores já preconizados na norma, apenas receberão os ajustes de direcionamento do fluxo para o local de armazenamento, além do acréscimo de dispositivos de limpeza da água, como filtros ou tanques de decantação, ou até mesmo dispositivos automatizados (TOMAZ, 2011).

Os reservatórios podem ser constituídos de diversos materiais, como concreto armado, plástico, alvenaria de bloco armado, fibra de vidro, aço inox, entre outros. Os mais comuns para armazenamento de água potável provenientes de companhia de abastecimento público de água são os reservatórios feitos de polietileno. Diante da variedade de materiais da qual podem ser feitos os reservatórios, a utilização de cada um deles dependerá da adequação do reservatório ao sistema de captação.

KINKADE-LEVARIO (2007) destaca a importância do reservatório ser bem fechado para evitar a evaporação da água e a contaminação por vetores de doenças, e impedir a entrada de insetos, pássaros, lagartixas, sapos e roedores no tanque de armazenamento. Outra medida importante é não permitir a entrada de luz solar para evitar a proliferação de algas no reservatório.

Com relação ao dimensionamento do sistema, independente do modelo utilizado para dimensionar os reservatórios, as informações básicas necessárias são: série histórica de precipitação, seja ela sintética ou não, demanda por água a ser atendida, área de captação, coeficiente de perdas e a confiança do sistema.

A série histórica de precipitação deve ser completa e possuir registros confiáveis, uma vez que a vida útil do sistema de aproveitamento de água da chuva muitas vezes é maior que o período histórico de observação usado para a análise. A correta manipulação de séries históricas pode evitar estimativas não acuradas da confiança de sistemas (TAULIS e MILKE, 2005).

GHISI (2010) avaliou a influência da precipitação, do número de pessoas, da demanda por água potável e da demanda por água da chuva no dimensionamento de sistemas de captação de água de chuva em residências. O estudo foi realizado por meio da simulação de série histórica de precipitação diária para três cidades do estado

de São Paulo, Brasil. A principal conclusão encontrada pelo autor foi que todos os parâmetros influenciam significativamente no dimensionamento de reservatórios para residências.

O parâmetro demanda de água também pode influenciar significativamente o dimensionamento de um sistema de captação de água de chuva, uma vez que existem vários fatores a serem considerados para a sua determinação, como o poder aquisitivo dos usuários e as condições climáticas da região.

VON SPERLING (2007) realizou estudo que atesta que o consumo de água per capita pode variar de 120 a 200 L hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, dependendo da disponibilidade pluviométrica da região, do rendimento financeiro familiar, da pressão na rede de distribuição, além dos valores de tarifa. O autor aponta que a maior disponibilidade financeira e regiões de clima mais quentes implicam em maior consumo per capita de água. De acordo com TOMAZ (2000), a estimativa de demanda residencial de água potável para uso externo pode ser observada no quadro 2.

Uso externo	Unidades	Valores
Casas com piscina	Porcentagem	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m <sup>2</sup>	2
Lavagem de carros	Litros/lavagem/carro	150
Lavagem de carros: frequência	Lavagem/mês	4
Mangueira de jardim 1/2"x20m	Litros/dia	50
Manutenção de piscina	Litros/dia/m <sup>2</sup>	3
Perdas por evaporação em piscina	Litros/dia/m <sup>2</sup>	5,75
Reenchimento de piscinas	anos	10
Tamanho da casa	m <sup>2</sup>	30 a 450
Tamanho do lote	m <sup>2</sup>	125 a 750

**Quadro 2: Parâmetros de engenharia estimativas da demanda residencial de água potável para uso externo.**

**Fonte: Tomaz (2000).**

As características quanto à natureza do uso, simplificada e caracterizadas como doméstica, pública, comercial e industrial, também influenciam no perfil da demanda. TOMAZ (1999) apresenta vasta revisão bibliográfica de consumo de água por tipo de estabelecimento, e pode-se observar que na grande maioria, a demanda industrial será maior dentre todas.

Em relação à área de captação, em geral, a superfície de recolha dos sistemas de aproveitamento de água de chuva é o telhado e a qualidade da água recolhida depende dos materiais utilizados na sua construção.

CARDOSO, (2009) realizou um estudo no Município de Belo Horizonte – MG sobre a viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas e sua qualidade. O autor mostra a diferença entre a qualidade das águas captadas em dois tipos de telhas, concluindo que as águas captadas pelas telhas metálicas apresentam qualidade microbiológica superior às captadas nas telhas cerâmicas.

De modo geral, os telhados de metal apresentam menores perdas no escoamento, mas deve haver precaução quanto à presença de cobre, pois esse elemento pode causar descoloração em acessórios de porcelana. Já as telhas de argila ou concreto são porosas, texturas ineficientes podem contribuir para uma perda de 10% da água a ser armazenada devido à ineficiência do escoamento e evaporação. Dessa maneira, recomenda-se pintar ou aplicar selante no telhado (KRISHNA, 2005).

Finalmente, o principal elemento do sistema de captação de água da chuva é o reservatório. Na literatura, são encontradas diferentes abordagens de modelos para o dimensionamento, que podem ser classificados em quatro principais tipos: Métodos simplificados baseado em relações “uso-definido”, simulação de balanço contínuo, abordagens não paramétricas baseadas em métodos de matriz de probabilidade e métodos estatísticos (RAIMONDI e BECCIU, 2014).

Modelos simplificados são facilmente aplicados, mas não apresentam resultados muito confiáveis devido à ineficaz modelagem de precipitação e/ou do processo de armazenagem. A NBR 15.527 (2007), que normatiza os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, recomenda como métodos de formulação de reservatórios; o método de Rippl, da Simulação, Azevedo Netto, Prático Alemão, Prático Inglês e Prático Australiano. Dentre esses, os métodos de Rippl, Azevedo Netto, prático alemão e o prático inglês retornam como valor final o volume de reservatório para aproveitamento de águas pluviais. Já os demais métodos resultam na eficiência do sistema a partir de um volume pré-definido.

O método da simulação, que foi o método utilizado nesse estudo, pode definir um volume qualquer e posteriormente verificar, por simulação, as perdas e falhas do fornecimento de água considerando o consumo. Dessa forma, em posse da série histórica diária de precipitação, volume provável do reservatório, demanda e perdas

do sistema, pode-se obter a eficiência do reservatório. De maneira que é possível testar várias medidas de volume para obtenção da eficiência desejada. O procedimento de cálculo, expresso na NBR 15.527 (2007), pode ser observado nas equações 1 e 2:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad \text{Eq. 1}$$

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad \text{Eq. 2}$$

Sendo que  $0 \leq S_{(t)} \leq V$

E em que:

$S_{(t)}$  = Volume de água no reservatório no tempo t (L),

$S_{(t-1)}$  = Volume de água no reservatório no tempo t - 1 (L),

$Q_{(t)}$  = Volume de chuva no tempo t (L),

$D_{(t)}$  = Consumo ou demanda no tempo t (L),

V = Volume do reservatório fixado (L),

C = Coeficiente de escoamento superficial,

$P_{(t)}$  = Precipitação no tempo t (mm), e

A = área de captação (m<sup>2</sup>).

Dessa forma, o volume de água no reservatório no tempo t é exatamente o volume não utilizado no tempo anterior (t-1) acrescido do volume passível de ser captado ( $Q_{(t)}$ ), tendo sido subtraída a demanda.

O aproveitamento de água de chuva é um dos meios alternativos de obtenção de água que pode ser avaliado na etapa de Avaliação de Oferta de Água, dentro de um Programa de Conservação de Água e, posteriormente implementada após um estudo de viabilidade. Atualmente, nos conselhos municipais, há a tendência de se promover incentivo financeiro ou abono fiscal para estimular a instalação de sistemas de captação de água de chuva

#### 3.4.2 Captação direta de águas subterrâneas

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP (2005), as águas subterrâneas são aquelas provenientes do subsolo, sendo classificadas em águas de lençol freático e águas de lençol confinado. As águas

subterrâneas estão contidas nos solos e formações geológicas permeáveis denominadas aquíferos, que são formações geológicas constituídas por rochas capazes de armazenar e transmitir quantidades significativas de água. São efetivamente reservatórios naturais subterrâneos que podem ser de variados tamanhos de poucos km<sup>2</sup> a milhares de km<sup>2</sup>, ou também, podem apresentar espessuras de poucos metros a centenas de metros de profundidade.

As águas de lençol freático são aquelas que se encontram livres, sob pressão da atmosfera. Um poço perfurado nessas condições recebe a denominação de poço freático, poços rasos, cacimbas ou amazonas. Nesse poço, a água no seu interior terá o nível coincidente com o nível do lençol. A alimentação do lençol freático ocorre geralmente ao longo do próprio lençol (SILVA, 2011).

As águas de lençol confinado são aquelas que se encontram confinadas por camadas impermeáveis e sujeitas a uma pressão maior que a pressão atmosférica. O aproveitamento dessas águas se dá por meio de poços profundos ou artesianos. A alimentação do lençol confinado verifica-se somente no contato da formação geológica com a superfície do solo, podendo ocorrer a uma distância considerável do local do poço. As condições climáticas ou o regime de chuvas, observados na área de perfuração do poço, pouco ou nada afetam as características do aquífero (SOUZA e PERRONE, 1992). A captação de águas subterrâneas onde se tem uma melhor qualidade da água bruta é aquela do lençol confinado.

A cartilha da FIESP (2005) afirma que, geralmente, as empresas situadas em área urbanas utilizam para o seu abastecimento, as águas fornecidas pelos sistemas públicos ou privados de abastecimento de água potável, e mais recentemente água de reúso. As vantagens de se utilizar esta fonte de abastecimento é a segurança em termos da qualidade da água fornecida pelas concessionárias, embora apresente o maior custo, chegando em torno de R\$16,00 por metro cúbico de água fornecida, uma vez que é cobrado o volume fornecido, acrescido do mesmo volume de esgoto lançado, acrescido de um fator “K” que mede a carga poluidora lançada.

Estima-se que para a produção de 1.000 m<sup>3</sup> de água potável, seja requerido um investimento da ordem de US\$ 80.000. Portanto, segundo cálculos da OMS, a água representa anualmente um negócio mundial de cerca de US\$ 320 bilhões, sendo que a participação brasileira seria da ordem de US\$ 9 bilhões (FIESP, 2005).

O quadro 3 mostra uma estimativa dos custos necessários para a obtenção de água de diferentes fontes alternativas e tecnologias disponíveis, atestando a

viabilidade da captação direta de águas subterrâneas como forma alternativa da obtenção de água.

<b>Tecnologias</b>	<b>Custos / US\$ por mil m<sup>3</sup></b>
Captação de rios (só armazenamento)	\$ 123 a \$ 246
Osmose reversa (água salobra)	\$ 120 a \$ 397
Eletrodialise	\$ 276 a \$ 537
Reúso de esgoto doméstico	\$ 200 a 485
Captação de águas subterrâneas	\$ 80 a \$ 88

**Quadro 3: Custos Internacionais da Água (não inclusos seu transporte).**

**Fonte: Rebouças et. al (2002).**

Dessa forma, a necessidade de obtenção de formas alternativas de água se faz crescente, e a captação direta de águas subterrâneas é uma das maneiras mais viáveis de se obter esse recurso.

SILVA (2011) afirma que, como regra geral, a água subterrânea não necessita ser tratada para ser consumida, como acontece com as águas dos rios, tendo em vista ser naturalmente filtrada e purificada, muito além do que se poderia obter por meio do processo usual de tratamento.

Como resultado, a utilização do manancial subterrâneo é relativamente muito mais barata, sobretudo quando 90% dos esgotos e 70% dos efluentes industriais são lançados sem tratamento nos rios. Portanto, as exigências de qualidade das empresas, que estão sendo feitas pelo "Mercado Global" (ISO 9000, ISO 14000), inclusive das empresas de saneamento, e a Lei Federal N<sup>o</sup>. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, representam boas perspectivas de incremento no uso do manancial subterrâneo para abastecimento urbano no Brasil.

Para a captação das águas subterrâneas, se faz necessária a perfuração de poços tubulares profundos, procedimento que deve seguir uma série de diretrizes, normas e legislações estaduais vigentes.

Os processos de perfuração dos poços e sua complementação, ato que diz respeito ao ato de completar o poço, ou seja, colocar a tubulação do poço (revestimento e filtro), o cascalho (pré-filtro) e o cimento (cimentação), devem obedecer a classificação dos aquíferos.

A complementação deve ser feita em poços perfurados em material inconsolidado e em rochas sedimentares de porosidade intergranular, nos quais são

instalados filtros. Poços perfurados em rochas cristalinas (granitos, xistos, quartzitos, etc.), com porosidade de fraturas, e calcários (porosidade de canais de dissolução), são revestidos apenas na sua parte superior, onde a rocha se encontra alterada sujeita à desmoronamentos, não se utilizando filtros (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 1998).

Os aquíferos, por sua natureza são mais protegidos quanto à contaminação do que as águas superficiais. No entanto, como não são tão “visíveis”, chamam menos atenção dos órgãos gestores e da sociedade como um todo. Assim, a exploração da água subterrânea tem que observar a proteção dos aquíferos durante a fase de perfuração e operação dos poços; o perímetro de proteção dos poços; o equilíbrio regional do aquífero quanto às recargas e descargas e os limites outorgados pelo poder público.

Não se pode considerar que a simples “proteção conferida pela natureza a um aquífero” seja suficiente para mantê-lo qualitativamente adequado. Tanto um projeto, como uma construção e ainda uma operação inadequada podem comprometer não somente a estrutura de produção como ainda afetar o próprio aquífero.

Desta maneira, a política de proteção ao meio em que se localiza o poço tubular profundo deve ser objeto de avaliação constante, não somente quanto ao manejo do mesmo e dos seus equipamentos associados, mas também se deve ater a proteção de seu entorno, observando-se possíveis fontes de contaminações (FIESP, 2005).

### 3.4.3 Reúso de água

O Fórum Econômico Mundial listou a crise da água como o risco global de impacto mais devastador (WORLD ECONOMIC FORUM, 2015). Neste contexto, a recuperação de água em estações de tratamento de águas residuais representa uma parte importante da gestão sustentável dos recursos hídricos.

A reutilização de águas residuais pode ser aplicada para vários fins benéficos, como irrigação agrícola, processos industriais, recarga de águas subterrâneas e até mesmo para o abastecimento de água potável após tratamento avançado (SHANNON *et al*, 2008).

Além disso, a necessidade sempre mais urgente de uma sociedade mais sustentável tem estimulado novos desenvolvimentos no manejo de esgoto com as

metas de recuperar todos os recursos disponíveis em águas residuais (por exemplo, água limpa, fertilizantes, energia, bio-plástico, outros materiais), mesmo em um ponto de vista de reutilização no local em conformidade com o novo paradigma da “economia circular” (KEFENI *et al.*, 2017; BRADFORD-HARTKE *et al.*, 2015)

As águas residuais domésticas, industriais e hospitalares são de fontes de água cinzas que podem ser refinadas, recicladas e reutilizadas (PAKULA e STAMMINGER, 2010).

O setor de lavanderia se caracteriza pela alta demanda de água. O consumo de água estimado para este setor é de 10% do volume consumido por uma região urbana (MENEZES, 2005).

Segundo CIABATTI *et al.* (2009), em lavanderias de lavagem industrial, são utilizados quase 15 L de água para lavar 1 kg de roupa, o que produz em média 400 m<sup>3</sup> de esgoto diariamente. Já SPERLING (2005), estima que o consumo médio de água neste setor varia entre 20 e 60 L kg<sup>-1</sup> de roupa. E o Ministério Brasileiro de Saúde (1986), estima que as lavanderias hospitalares são responsáveis por 50% do consumo de água nos hospitais e exigem de 35 a 40 litros de água para processar 1 kg de roupas secas.

Desta forma, as lavanderias comerciais, hospitalares e industriais acabam produzindo um elevado volume de efluente. Os efluentes desse setor específico, como os efluentes dos estabelecimentos de saúde como um todo, representam uma complexa mistura de substâncias químicas, micro-organismos patogênicos e substâncias orgânicas e inorgânicas da sujeira das roupas lavadas, além da presença de solventes, desinfetantes, amaciantes, detergentes, matéria orgânica, amônia, sólidos dissolvidos, dentre outros poluentes em razão dos compostos que constituem os produtos químicos empregados nos processos de lavagem (AHMAD e EL-DESSOUKY, 2008).

O volume de efluentes gerados por este tipo de empreendimento é variável, podendo estar em uma faixa de 200 a 1.200 L leito<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (VERLICCHI *et al.*, 2010)

Atualmente, no Brasil, é permitido que os hospitais lancem seus efluentes diretamente na rede coletora de esgotos. Apenas nos casos em que a unidade hospitalar esteja localizada em uma região onde não haja rede coletora de esgoto, os efluentes devem receber tratamento antes de serem lançados nos cursos d'água. Esse tratamento deve ser suficiente para que o efluente atinja os parâmetros

determinados pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011).

Em se tratando especificamente das lavanderias hospitalares, TANIMOTO (2006) afirma que companhias de saneamento ambiental não dão a devida prioridade à gestão desse efluente, visto que esse tipo de atividade descarta cerca de 30 milhões de litros de água contaminada por dia, onde a maior parte dessa água não recebe o tratamento prévio adequado. Apesar da importância de um tratamento adequado para esse problema ambiental, o Brasil não possui legislação própria sobre a padronização do lançamento dos efluentes hospitalares (VECCHIA, 2009).

Entretanto, quando se objetiva o reúso de águas residuárias o controle de determinados parâmetros físico-químicos é essencial para evitar problemas relacionados com a sua finalidade e a saúde dos operadores, para isto, diferentes sistemas de tratabilidade devem ser avaliados de modo a se obter uma água residuária passível de reutilização. Alguns dos parâmetros que devem ser monitorados são: sólidos suspensos totais (SST), sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez e pH (ANA/FIESP e SINDUSCON-SP 2005; Resolução NBR nº 13969/1997).

O reúso de água residuária tratada é uma técnica empregada para reduzir o consumo de água potável, bem como minimizar os impactos ambientais potenciais do segmento de lavanderias.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Hospital Universitário de Londrina (HUL), situado na Avenida Robert Koch, nº 60, em Londrina, Paraná. O HUL é um órgão suplementar da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná, ativado em 1º de agosto de 1971. O HUL possui 303 leitos fixos cadastrados (DIVISÃO DE ARQUIVO MÉDICO E ESTATÍSTICA – DAME, 2018), todos exclusivos para atendimento ao Sistema Único de Saúde (SUS) e realiza atendimentos de alta complexidade, em âmbito ambulatorial e de internamento para todas as especialidades médicas, sendo referência macro-regional em suas atividades (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2014). De acordo com a estrutura organizacional da UEL, o HUL está ligado academicamente ao Centro de Ciências da Saúde (CCS). Tem por objetivo desenvolver o ensino, a pesquisa e a extensão de serviços de saúde à comunidade.

O HUL é o único hospital público de grande porte do norte do Paraná, sendo um estratégico e tradicional centro de referência para o SUS. Atende pacientes de cerca de 250 municípios do Paraná e mais de 100 cidades de outros estados, como São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2014).

O hospital serve de campo de estágio direto para os cursos de graduação em Medicina, Farmácia-Bioquímica, Enfermagem e Fisioterapia, além de programas de estágio de outras áreas, como Serviço Social e Administração. Oferece especialização na modalidade de Residência nas áreas de Medicina, Enfermagem, Fisioterapia e Multiprofissional (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2018). O HUL conta com aproximadamente 2.222 funcionários, divididos entre docentes, médicos(as), enfermeiros(as), técnicos administrativos(as), entre outros.

A estrutura do Hospital Universitário de Londrina possui uma área total de 53.537,35 m<sup>2</sup>, com expectativas de ampliação e reformas, de acordo com o setor de engenharia e arquitetura. Essa área está dividida em subsolo 2, subsolo 1, térreo, 1º, 2º e 3º pavimentos, e além dos setores direcionados ao atendimento dos pacientes, o HUL possui em sua estrutura uma cozinha para preparo exclusivo das refeições dos

pacientes, lavanderia, centro de esterilização de materiais cirúrgicos, biotério, necrotério, área de armazenamento de resíduos sólidos e uma casa de caldeira.



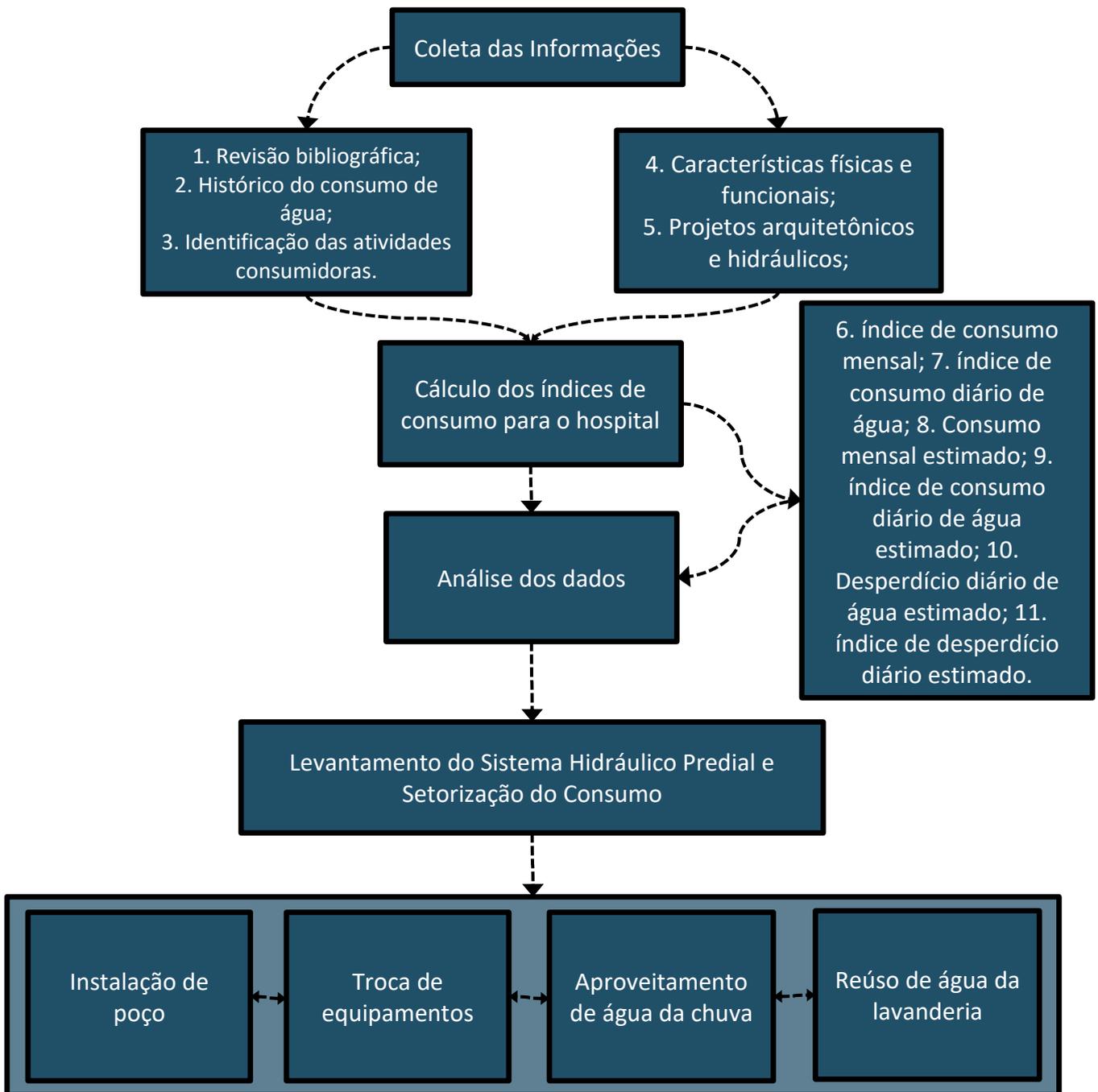
**Figura 5: Hospital Universitário de Londrina.**

**Fonte:** <http://www.uel.br/hu/portal/>

#### 4.2 Aspectos Metodológicos da Pesquisa

A metodologia proposta para esta pesquisa corresponde à compilação dos diversos trabalhos desenvolvidos e métodos criados por diversos programas de uso racional da água já implantados no Brasil. É importante ressaltar que o principal trabalho que contribuiu para o embasamento metodológico desta pesquisa corresponde ao Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), proposto por GONÇALVES et al. (1999).

O procedimento metodológico proposto visou apresentar o perfil do consumo de água para esta tipologia de edificação, compará-la com os índices constantes na literatura, e após avaliação dos resultados, propor medidas técnicas visando a minimização do consumo de água. Para melhor entendimento dos procedimentos metodológicos desta pesquisa, foi elaborado um fluxograma apresentando suas etapas (Figura 6).



**Figura 6: Fluxograma das etapas desenvolvidas no estudo.**

**Fonte: Autor (2018).**

#### 4.2.1 Coleta das Informações

O estudo teve início com a caracterização do empreendimento para caracterizar e discretizar o uso da água na edificação. Durante esta etapa, foram realizadas visitas técnicas, entrevistas e todos os procedimentos documentais para o levantamento das informações em campo. Foram cadastrados os pontos de consumo

de água, identificadas atividades consumidoras de água e realizada a detecção de vazamentos visíveis nos pontos de utilização.

#### 4.2.2 Cálculo dos índices de Consumo para o Local de Estudo

Os índices de consumo serviram como base para a avaliação da demanda do consumo de água para as atividades realizadas no Hospital. Foram adquiridos os dados de referência para o cálculo dos índices reais e estimados de consumo de água.

O cálculo do índice de consumo de água é realizado para identificar o volume de consumo diário por agente consumidor. OLIVEIRA (1999) explicam que o Índice de Consumo é a relação entre o volume de água consumido em um determinado período, denominado período histórico, e o número de agentes consumidores nesse mesmo período.

O ICh (índice de consumo de água no período histórico) pode ser obtido dividindo-se o consumo diário de água pela população total, ou seja, população fixa mais população flutuante. O valor do ICh é dado pela equação 3:

$$ICh = \frac{Cm \times 1000}{Na \times Dm} \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

ICh: Indicador de Consumo no período histórico (l/leito\*dia);

Cm: Consumo mensal (m<sup>3</sup>);

Na: Número de agentes consumidores;

Dm: Quantidade de dias de funcionamento do estabelecimento no referido mês.

O índice do consumo estimado de água é dado pelo valor do Cme, dividido pelo número de agentes consumidores e pela quantidade de dias de funcionamento do estabelecimento de cada mês, como mostra a equação 4.

$$ICe = \frac{Cme \times 1000}{Na \times Dm} \quad \text{Eq. 4}$$

Em que:

ICe: Indicador de consumo estimado (l/leito\*dia);

Cme: Consumo mensal estimado (m<sup>3</sup>);

O consumo total de água, independente da tipologia de edifício, é considerado por uma parcela efetivamente utilizada e outra perdida, que pode ser decorrente do desperdício.

O desperdício é definido como sendo toda a água que está disponível em um sistema e não utilizada, ou seja, perdida pelo uso excessivo, devido ao descaso dos usuários quanto ao aspecto da necessidade de sua preservação e aos vazamentos, onde a água é extrapolada do sistema hidráulico sem nenhuma função (ANA/FIESP, 2005).

Na metodologia adotada nesta pesquisa, foram analisadas as possibilidades de combate ao desperdício por meio de adequações de processos e componentes. O desperdício diário de água estimado (DDe) é um valor hipotético – dado em litros/leito\*dia – extraído a partir do ICh (valor real) pelo ICe (valor estimado), que estima quantos litros de água está sendo desperdiçado diariamente por leito, como mostra a equação 5.

$$DDe = ICh - ICe \quad \text{Eq. 5}$$

O índice de desperdício diário de água estimado (IDe) é um valor percentual de perda sugerido no sistema, adquirido pela equação 6:

$$IDe = \frac{ICh - ICe}{ICh} \times 100\% \quad \text{Eq. 6}$$

Para a estimativa das perdas por vazamentos visíveis, podem ser efetuadas medições diretas ou então serem adotados valores constantes na bibliografia. O cálculo do volume de água perdido diariamente, em função dos vazamentos observados, servirá como base para se estabelecer uma meta a ser alcançada após a correção dos vazamentos.

- Índice de Vazamentos:

$$IV(\%) = \frac{\sum PuV}{\sum Pu} \times 100 \quad \text{Eq. 7}$$

Em que:

IV: Índice de vazamentos;

PuV: pontos de utilização do sistema com vazamentos;

Pu: pontos de utilização do sistema;

- Índice de perdas:

Associado ao índice de vazamentos, pode-se estimar as perdas volumétricas devido a vazamentos, quebras ou defeitos em equipamentos hidráulicos. Desta forma, tem-se como o índice de perdas volumétricas visíveis do no hospital de estudo, a equação 8:

$$IP_{vol}(\%) = \frac{Q_{pv}}{Q_{cm}} \times 100 \quad \text{Eq. 8}$$

Em que:

$IP_{vol}$ : Índice de perdas volumétricas visíveis;

$Q_{pv}$ : somatória da vazão de perdas observadas ( $m^3/mês$ );

$Q_{cm}$ : volume de água médio consumido mensalmente ( $m^3/mês$ ).

#### 4.2.3 Análise do Sistema Hidráulico Predial

Constatada a existência de consumo excessivo de água para o hospital de estudo, sfoi procedido o levantamento de informações mais específicas sobre a forma de operação e funcionamento do sistema hidráulico predial do edifício. Esta etapa consistiu em:

- detectar vazamentos visíveis nos pontos de utilização dos ambientes sanitários inspecionados;
- conhecer a vazão disponível em alguns equipamentos hidrossanitários;
- entrevistas com usuários do sistema hidráulico para o levantamento dos procedimentos de utilização.
- setorização do consumo com para monitoramento do consumo de água na cozinha e lavanderia;
- análise do consumo e oferta de água.

A partir das considerações feitas e com base nos dados que foram obtidos nessa pesquisa, foram elaboradas propostas de ações técnicas a serem implantadas no hospital, podendo ser estas:

- Troca de equipamentos hidráulicos;
- Utilização e adequação dos equipamentos hidráulicos/hidrossanitários;
- Implementação de um sistema de captação de água de chuva;
- Reúso de água.

#### 4.2.4 Implementação de Sistema de Captação de Água de Chuva

- Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados neste estudo, foram coletados por meio do banco de dados do sítio *HidroWeb*.

O *Hidroweb* é o principal banco de dados com informações sobre os recursos hídricos e é coordenado pelas Agência Nacional de Água (ANA), estes dados incluem informações sobre precipitações diárias de 01/01/1969 a 31/12/2002.

- Sistema de Coleta e Armazenamento da Água da Chuva

Foi realizado o levantamento da área de telhado do hospital de estudo para o aproveitamento da água de chuva. A determinação da área de captação foi feita por meio das informações prestadas mediante a planta da edificação.

De acordo com a NBR 10.844 (ABNT, 1989) as instalações prediais de águas pluviais são coletadas por calhas e conduzidas até o reservatório inferior por meio de condutores verticais, dimensionados. A estimativa do volume do reservatório para a acumulação da água de chuva coletada foi baseada no levantamento das áreas de contribuição da cobertura, no consumo diário de água por usuário, na precipitação da região e no coeficiente de aproveitamento da água de chuva. Este coeficiente representa o percentual de água de chuva que é armazenada, pois o restante é considerado necessário para a limpeza do telhado, das calhas e tubulações e para a evaporação.

Foi utilizada uma planilha eletrônica no *software Excel* e algoritmo que segue o método da simulação detalhado na NBR 15.527 (ABNT, 2007) para o dimensionamento de reservatórios de água de chuva coletada. Além disso, por meio

de um estudo de viabilidade, foi possível determinar o percentual de economia, relativo ao consumo de água estimado para o aproveitamento da água da chuva para um dado volume de reservatório. Desta forma, foi possível testar a economia oferecida para diversos volumes de reservatório até se obter aquele que oferece o maior percentual de economia com menor custo.

Para o cálculo do volume de água de chuva precipitado (Litros) tem-se a equação 9:

$$V = P \times A \times C \quad \text{Eq. 9}$$

Em que:

V: volume de água de chuva precipitado (L);

P: Precipitação diária (mm);

A: área de captação (m<sup>2</sup>);

C: Coeficiente *Runoff* (adimensional).

Cálculo da eficiência (Eq. 10):

$$E = \frac{Dt - Ds}{Dt} \times 100 \quad \text{Eq. 10}$$

Em que:

E: Eficiência (%);

Dt: Total de dias em que os dados de pluviosidade são conhecidos (fonte: *Hidroweb*);

Ds: Total de dias sem água no reservatório.

#### 4.2.5 Reúso de água da lavanderia

A lavanderia do HUL possui três máquinas de lavar de porte industrial (60, 100 e 200 kg de capacidade) em funcionamento (Figura 7). As máquinas realizam diferentes ciclos que operam em regime automatizado. Os ciclos variam de acordo com a sujidade da roupa a ser lavada.



a)

b)

**Figura 7: Lavanderia HUL. a) Máquinas de capacidade de 200 e 100 kg. b) Máquina de capacidade de 60 kg.**

Fonte: Autor (2018).

Dessa forma, foram coletadas amostras de cada enxágue para os ciclos de sujidade pesada/cirúrgica, leve e leve/cobertores. Foram realizadas coletas para cada ciclo. Os ensaios realizados para a água coletada foram: DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Série de Sólidos. Além disso, foram medidos o pH e a condutividade de cada amostra. Os ensaios de DQO, nitrogênio total e série de sólidos seguiram metodologia proposta pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Os métodos utilizados foram, respectivamente, 5220 D, 5540 C, e 2540 B, D e E.

#### 4.2.6 Perfuração de poço para captação direta de aquífero

O estudo de perfuração de poço para captação direta de aquífero seguiu metodologia proposta por ROCHA (2017), que compreendeu um levantamento quantitativo e estatístico sobre os volumes explorados atualmente na área de abrangência tanto do SASG.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados foram organizados de modo a cumprir as etapas descritas no fluxograma da figura 6.

### 5.1 Avaliação descritiva do local de estudo

A etapa de avaliação descritiva consiste nas etapas:

1. Histórico do consumo de água;
2. Identificação das atividades consumidoras;
3. Características físicas e funcionais;
4. Projetos arquitetônicos e hidráulicos.

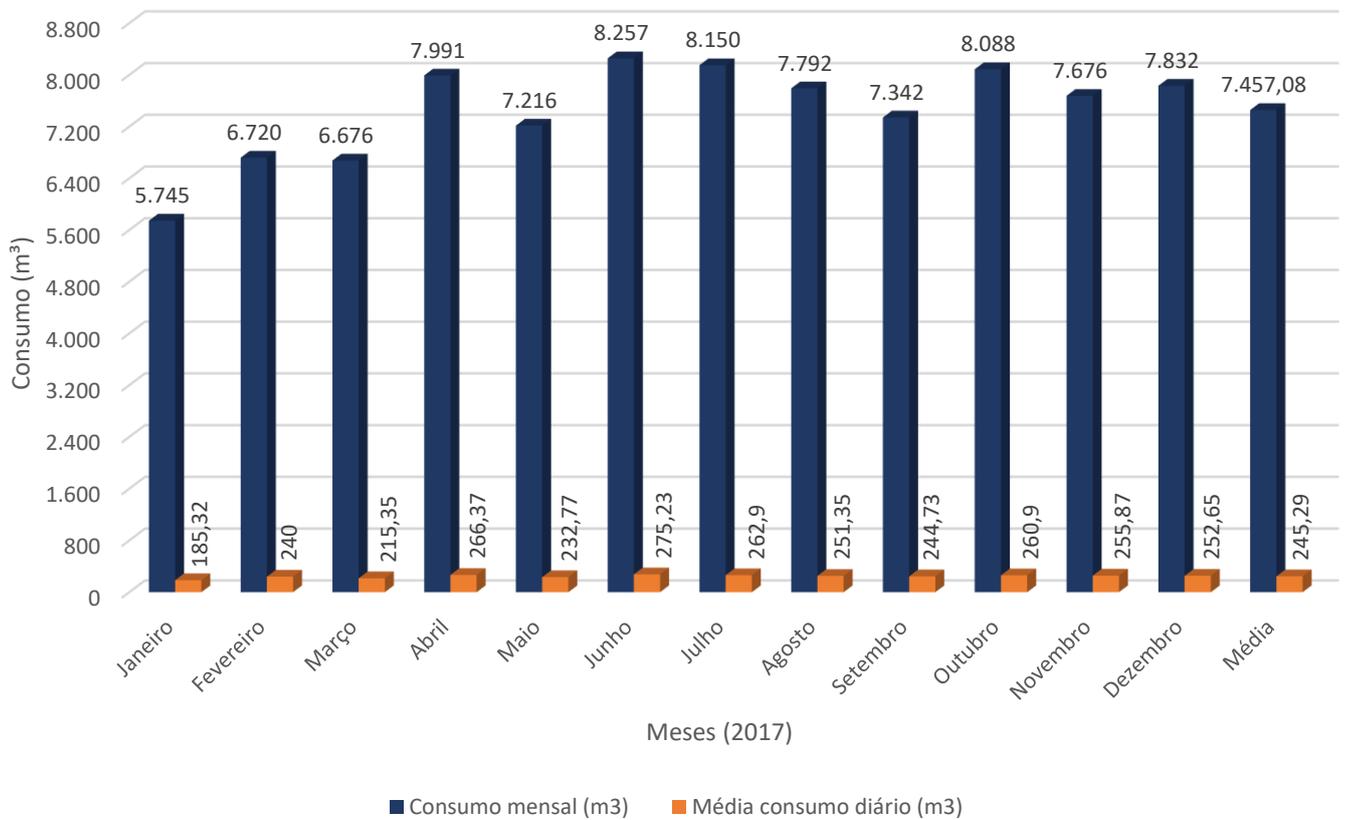
A etapa 1 pode ser observada nos quadro 4, onde são apresentados os valores de consumo médio diário e do custo mensal de água no HUL no período que compreende os meses de janeiro a dezembro do ano de 2017.

<b>Mês (2017)</b>	<b>Média consumo diário (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor mensal (R\$)</b>
<b>Janeiro</b>	185,32	70.690,65
<b>Fevereiro</b>	240,00	82.693,96
<b>Março</b>	215,35	82.153,12
<b>Abril</b>	266,37	98.343,40
<b>Mai</b>	232,77	88.801,61
<b>Junho</b>	275,23	114.527,94
<b>Julho</b>	262,90	113.043,00
<b>Agosto</b>	251,35	108.266,49
<b>Setembro</b>	244,73	101.829,58
<b>Outubro</b>	260,90	112.182,56
<b>Novembro</b>	255,87	106.464,82
<b>Dezembro</b>	252,65	108.629,79
<b>Média</b>	245,29	98.090,65

Quadro 4: Valores descritivos de consumo diário e custo financeiro mensal de água do HUL no ano de 2017.

Fonte: Sanepar (2017).

A figura 8 ilustra a variação do consumo ao longo do ano de 2017.



**Figura 8: Variação do consumo de água mensal (m³) e média de consumo diário (m³) no HUL no ano de 2017.**

**Fonte: Sanepar (2017).**

O quadro 5 mostra a variação do consumo de água em m³/leito/mês no HUL ao longo do ano de 2017. Deve-se ressaltar que o número de leitos registrados no HUL é de 303. Segundo dados fornecidos pela Divisão de Arquivo Médico e Estatística – DAME (2018), no ano de 2017, o HUL realizou 12.745 internações, o maior número registrado em 17 anos, 18.118 consultas ambulatoriais e 22.852 atendimentos no Pronto Socorro, este o menor número registrado desde 1972. 8.997 pacientes foram submetidos a procedimentos cirúrgicos e a média de pacientes-dia no Hospital, em 2017, foi de média de 242,18 pacientes-dia, a maior dos últimos 11 anos. Outro indicador a destacar foi a média de permanência dos pacientes no hospital, que foi de 6,95 dias, a menor dos últimos 22 anos.

<b>Mês (2017)</b>	<b>Consumo mensal (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo m<sup>3</sup>/leito/mês</b>	<b>Consumo m<sup>3</sup>/leito/dia</b>
<b>Janeiro</b>	5.745	18,96	0,61
<b>Fevereiro</b>	6.720	22,18	0,79
<b>Março</b>	6.676	22,03	0,71
<b>Abril</b>	7.991	26,37	0,88
<b>Mai</b>	7.216	23,82	0,77
<b>Junho</b>	8.257	27,25	0,91
<b>Julho</b>	8.150	26,90	0,87
<b>Agosto</b>	7.792	25,72	0,83
<b>Setembro</b>	7.342	24,23	0,81
<b>Outubro</b>	8.088	26,69	0,86
<b>Novembro</b>	7.676	25,33	0,84
<b>Dezembro</b>	7.832	25,85	0,83
<b>Média</b>	7.457	24,61	0,81

**Quadro 5: Consumo de água por leito no HUL no ano de 2017.**

**Fonte: Adaptado de Sanepar (2017).**

Por meio da análise dos quadros 4 e 5 da figura 8, pode-se perceber que para o ano de 2017, o mês que registrou maior consumo de água foi junho, com um valor de consumo equivalente a 8.257 m<sup>3</sup> de água; já o período de menor consumo ocorreu no mês de janeiro. Isto pode ser explicado devido a janeiro ser um período de férias dos funcionários e servidores. É importante salientar que, atualmente, o HUL utiliza somente a água da concessionária (Sanepar), inexistindo qualquer sistema alternativo de obtenção de água por outras fontes, apesar de possuir alguns sistemas de captação de água de chuva construídos, porém sem funcionamento operacional.

A etapa 2, identificação de atividades consumidoras foi realizada por meio de visitas *in loco*, onde foi observado a existência de setores de maior consumo no HUL, sendo esses:

- Lavanderia,
- Cozinha,
- Caldeira.

Os setores avaliados neste estudo foram a lavanderia e a cozinha. A caldeira não fez parte do estudo uma vez que o HUL já possui projeto pré-aprovado para a recuperação da água descartada. No entanto, foi realizada inspeção da água descartada em cada procedimento de “descarga de fundo de caldeira”, o qual é

executado uma vez ao dia e encaminha um pequeno volume de água limpa para um poço retangular. Outra questão a ser investigada em estudos futuros, seria a necessidade de avaliação dos resíduos gerados na caldeira e sua possível reutilização, ao invés de seu envio para o aterro industrial.

A etapa 2, identificação das atividades consumidoras, apresenta o consumo médio diário de água na lavanderia e na cozinha do HUL.

- Consumo de água na lavanderia

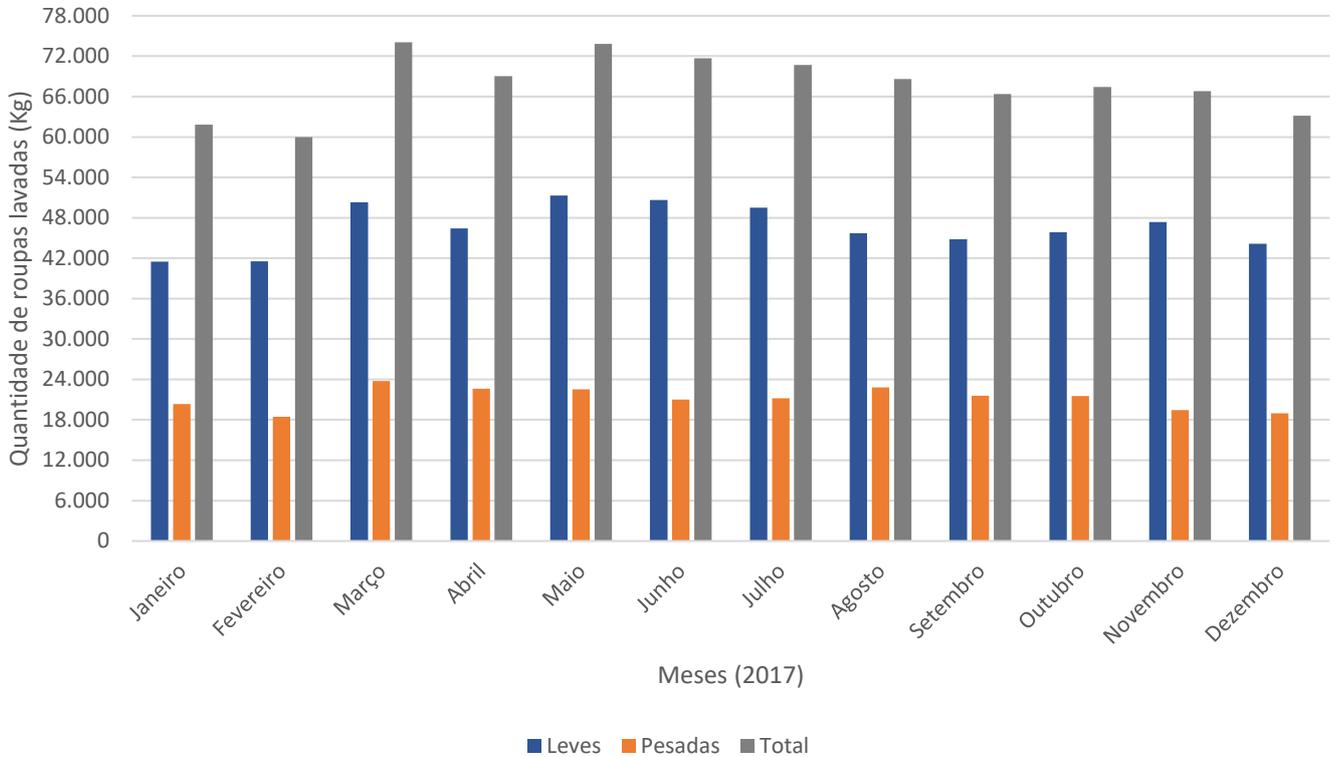
O quadro 6 mostra a quantidade (Kg) de roupas lavadas no HUL de janeiro a dezembro de 2017. As quantidades foram divididas entre roupas de sujidade leve, aquelas sem presença de sangue e roupas de sujidade pesada, com presença de sangue, e valor total. Além disso, foram calculadas as médias diárias (Kg) de roupas lavadas com base na quantidade exata de dias contidos em cada mês. As médias diárias também foram divididas entre roupas de sujidade leve, pesada e valor total.

Mês (2017)	Quantidade de roupas lavadas (kg/mês)			Média Diária (Kg)		
	Leves	Pesadas	Total	Leves	Pesadas	Total
Janeiro	41.480	20.360	61.840	1.338,06	656,77	1.994,84
Fevereiro	41.540	18.460	60.000	1.483,57	659,29	2.142,86
Março	50.300	23.780	74.080	1.622,58	767,10	2.389,68
Abril	46.420	22.600	69.020	1.547,33	753,33	2.300,67
Mai	51.310	22.530	73.840	1.655,16	726,77	2.381,94
Junho	50.660	21.015	71.675	1.688,67	700,50	2.389,17
Julho	49.500	21.210	70.710	1.596,77	684,19	2.280,97
Agosto	45.720	22.800	68.600	1.474,84	735,48	2.212,90
Setembro	44.820	21.560	66.380	1.494,00	718,67	2.212,67
Outubro	45.860	21.550	67.410	1.479,35	695,16	2.174,52
Novembro	47.350	19.460	66.810	1.578,33	648,67	2.227,00
Dezembro	44.160	18.980	63.140	1.424,52	612,26	2.036,77
<b>Média Geral</b>	<b>46.593,33</b>	<b>21.192,08</b>	<b>67.792,08</b>	<b>1.531,93</b>	<b>696,52</b>	<b>2.228,66</b>

Quadro 6: Valores descritivos da quantidade de roupas lavadas mensalmente no HUL e médias diárias para todo o ano de 2017.

Fonte: HUL (2018).

A figura 9 ilustra a variação da quantidade roupas lavadas mensalmente no ano de 2017.



**Figura 9: Variação da quantidade (Kg) de roupas lavadas na lavanderia do HUL de janeiro a dezembro de 2017.**

**Fonte: Autor (2018).**

Por meio da análise do quadro 6 e da figura 9, pode-se afirmar que o mês de maior atividade na lavanderia no ano de 2017 foi março, tendo sido lavado um total de 74.080 Kg de roupas neste mês. Foi em março, também, o mês em que mais ocorreu a lavagem de roupas de sujidade pesada (23.780 Kg). O mês de maior quantidade roupas de sujidade leve lavadas foi junho (50.660 Kg), fato que coincide com o mês de maior consumo de água no ano de 2017.

O mês de menor atividade na lavanderia foi fevereiro, tendo sido registrado um total de 60.000 Kg de roupas lavadas nesse mês, provavelmente devido a uma menor quantidade de cirurgias realizadas no hospital nesse período, uma vez que esse mês também registrou a menor quantidade de roupas de sujidade pesada lavadas (18.460 Kg). A média diária total também se apresentou maior no mês de março (2.389,68 Kg).

De acordo com a empresa fabricante das máquinas de lavar instaladas na lavanderia do HUL, a quantidade de água consumida pelas máquinas varia de acordo com o nível de água utilizado em cada processo. O quadro 7 mostra essa variação para a máquina que possui capacidade de 200 kg, em que foram efetuadas as coletas de amostras para análises. As máquinas de capacidade de 60 e 100 Kg possuem outras relações de consumo/nível da água, no entanto, seguem a mesma proporção (informações do fabricante) que a máquina de 200 Kg. Uma vez determinado o consumo de água por quilograma, não foram consideradas outras máquinas para a base de cálculos.

Nível da água	Consumo de água (L)
<b>Baixo</b>	600
<b>Médio</b>	800
<b>Alto</b>	1400

**Quadro 7: Variação do consumo de água para cada nível utilizado pela máquina com capacidade de 200kg.**

Fonte: HUL (2018).

Dessa forma, conhecidos os ciclos de lavagem de cada tipo de sujidade (cobertores, leve, pesada e super pesada), foi possível calcular a quantidade de água gasta por ciclo de lavagem e a quantidade de água gasta para cada quilograma de roupa lavada. O cálculo foi feito por meio da soma de etapas em que a água se encontra em nível baixo, médio ou alto para cada ciclo de lavagem. Posteriormente, para se encontrar o consumo de água por quilograma de roupa lavada, dividiu-se o valor total de água gasto no ciclo completo, pela capacidade (Kg) da máquina. Os valores são expressos no quadro 8. Os ciclos de lavagem são mostrados na seção 4.2.3.

Ciclo de lavagem	Consumo de água (L) – Máquina de 200 Kg	Consumo de água (L) por Kg de roupa lavada
<b>Cobertores</b>	5.400	27
<b>Sujidade Leve</b>	5.400	27
<b>Sujidade Pesada (cirúrgicas)</b>	10.800	54
<b>Sujidade Super Pesada (compressas)</b>	13.600	68

**Quadro 8: Consumo de água por ciclo e consumo de água por kg de roupa lavada.**

Fonte: Autor (2018).

Primeiramente, deve-se destacar que não foram obtidos valores de quantidade de roupas de sujidade super pesada lavadas na lavanderia do HUL, tendo sido usados somente o parâmetro de roupas pesadas para a realização dos cálculos, no entanto, também é importante destacar que a lavagem de roupas super pesadas representa uma porção muito menor que a porção de roupas pesadas. Com base na média diária de quantidade de roupas lavadas de 2.228,66 Kg, sendo 696,52 Kg de roupas pesadas e 1.531,93 Kg de roupas leves, a lavanderia do HUL consome cerca de 79 m<sup>3</sup>/dia de água, o que equivale a aproximadamente 32% da totalidade de água consumida no hospital, estimada em 245,29 m<sup>3</sup>/dia (quadro 4).

Segundo o Ministério Brasileiro da Saúde (1986), o valor estimado de consumo de água por quilograma de roupa hospitalar lavada é de cerca de 35 – 40 L/kg (0,035 – 0,040 m<sup>3</sup>/kg). O valor de consumo em litros/quilograma de roupa lavada para roupas leves encontrado na lavanderia do HUL, se mostrou abaixo do valor estimado pelo Ministério da Saúde, já o valor para roupas pesadas, ficou acima do estimado.

Outros valores de consumo médio de água por quilograma de roupa lavada, fornecidos pelo fabricante de produtos químicos utilizados nos processos de lavagem, são apresentados no quadro 9.

<b>Processo</b>	<b>Consumo médio de água por kg de roupa lavada</b>
<b>Cobertores</b>	24 litros
<b>Sujidade Leve</b>	24 litros
<b>Sujidade Pesada</b>	45 litros

**Quadro 9: Consumo médio de água por quilograma de roupa lavada no HUL.**

**Fonte: HUL (2018).**

Os valores expressos no quadro 9 são equivalentes aos valores calculados por meio dos dados fornecidos pela empresa fabricante da máquina de lavar. Assim, os cálculos de consumo de água na lavanderia foram refeitos para servir como base de comparação.

Com os valores do quadro 9, obteve-se um valor aproximado de consumo de 68 m<sup>3</sup>/dia, o que corresponde a cerca de 28% da totalidade de água consumida no hospital diariamente. Pode-se afirmar, portanto, que os dados obtidos chegaram a resultados aproximados de consumo de água na lavanderia do HUL, estimando-se o consumo da lavanderia na faixa de 28 a 32 % do consumo total de água.

- Consumo de água na cozinha

A cozinha do Hospital Universitário de Londrina é dividida em setores, sendo estes: setor de cozinha geral (Figura 10), cozinha dietética e setor da empresa terceirizada (Figura 11), e setor do café.



**Figura 10: Setor de cozinha geral.**

**Fonte: Autor (2018).**



**(a)** **(b)**  
**Figura 11: (a) Setor de cozinha dietética e (b) setor da empresa terceirizada.**  
**Fonte: Autor (2018).**

O setor de cozinha geral é onde são preparadas as refeições para pacientes sem restrições alimentares e acompanhantes. O setor de cozinha dietética é onde são preparadas as refeições para pacientes diabéticos, com problemas renais crônicos, hepatopatas, pacientes da pediatria e pacientes do CTQ (Centro de Tratamento de Queimados), além de refeições pastosas, hipossódicas e leves. O setor da empresa terceirizada é onde são organizadas as refeições dos funcionários no período do almoço, e também, onde é lavada a louça oriunda dessa atividade. O setor do café é feito o café e montados os kits de sanduiches, bolachas, etc.

Com exceção do almoço dos funcionários, que é um serviço prestado pela empresa terceirizada, todas as demais refeições são preparadas na cozinha do HUL, e são divididas em almoço, pequenas refeições (café), jantar e ceia. No entanto, a louça oriunda do almoço dos funcionários (Figura 12) também é lavada na cozinha do HUL, o que agrega consumo de água a este setor.



**Figura 12: Bandejas utilizadas durante o almoço dos funcionários.**

**Fonte: Autor (2018).**

Por meio de visitas ao local e monitoramento da lavagem da louça (Figura 13), foi estimado o consumo de água diário na cozinha do HUL. O consumo foi estimado por meio de cronometragem do tempo em que a torneira estivesse aberta durante a lavagem, e esse valor (em minutos), foi multiplicado pelo valor da vazão da torneira sendo usada.



(a)

(b)

**Figura 13: (a) Lavagem de louça no setor de cozinha geral e (b) cozinha dietética.**

**Fonte: Autor (2018).**

Foram monitorados os períodos de lavagem de louça gerada para o preparo do almoço e jantar dos pacientes e acompanhantes (cozinha geral), e almoço e jantar preparados pela cozinha dietética. Para cada período, foram realizadas 3 medições de vazão na torneira, e foi obtida uma média de vazão para cada período. A vazão foi calculada por meio de cronometragem do tempo necessário para se encher um recipiente com capacidade de 2 Litros.

Após o cálculo da vazão da torneira, procedeu-se a cronometragem do tempo de lavagem da louça, considerando-se apenas o tempo em que a torneira esteve aberta. O resultado é expresso no quadro 10:

<b>Refeição</b>	<b>Setor</b>	<b>Tempo torneira aberta (min)</b>	<b>Vazão média (L/min)</b>	<b>Volume de água gasto (L)</b>
Almoço	Cozinha geral	9,98	13,95	139,22
Almoço	Cozinha dietética	13,2	12,57	165,92
Jantar	Cozinha geral	31,96	12,61	403,02
Jantar	Cozinha dietética	9,75	13,63	132,89
<b>Volume total de água: 841,05 Litros</b>				

**Quadro 10: Consumo diário de água na cozinha do HUL.**

**Fonte: Autor (2018).**

Além do consumo oriundo da lavagem da louça e dos equipamentos utilizados durante o preparo das refeições, a cozinha utiliza determinada quantidade de água para a lavagem do piso. Essa quantidade foi estimada em 15% do total calculado, resultando em 126,16 Litros/dia. Além disso, não foi realizado o monitoramento da lavagem da louça do almoço dos funcionários, realizada pela empresa terceirizada. Devido à quantidade de bandejas utilizadas, estimou-se um valor igual ao consumo de água utilizado pela cozinha dietética no período do almoço, ou seja, 165,92 Litros. Dessa forma, o valor final de volume de água utilizado pela cozinha para a função de lavagem de louça e piso resultou em 1.133,13 Litros/dia, ou 1,13 m<sup>3</sup>/dia. Deve-se enfatizar, que uma medição por meio da instalação de hidrômetros se faz necessária para a melhor gestão do uso de água neste setor.

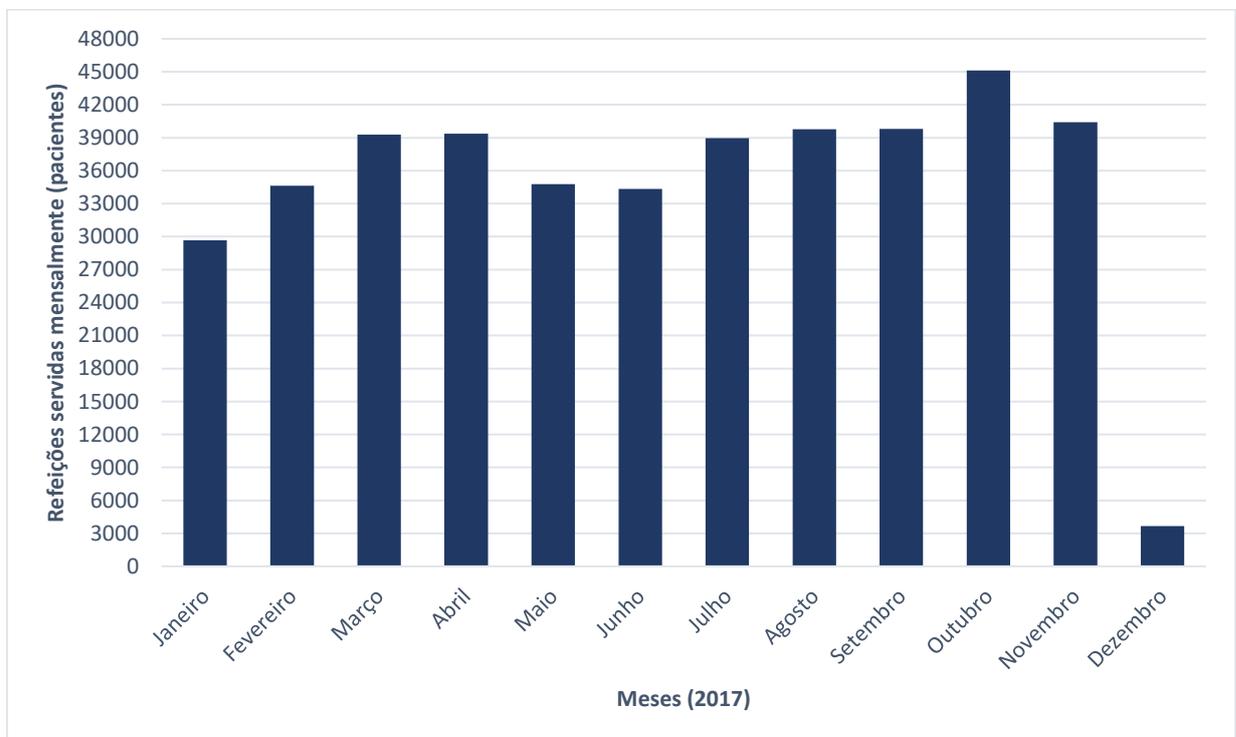
Além do consumo de água devido à lavagem da louça e do piso, a cozinha utiliza grande parte da água para o preparo das refeições. A cozinha do HUL serviu uma média de 97.027 refeições/mês e 3.192,23 refeições/dia no ano de 2017 (quadro 11). As refeições servidas atendem pacientes, funcionários, lactantes, acompanhantes e outros (que inclui discentes, docentes, estagiários e etc.)

Mês	Total de refeições	Média diária
Janeiro	86.011	2.774,55
Fevereiro	91.066	3.252,36
Março	106.754	3.443,68
Abril	101.451	3.381,70
Maio	102.193	3.296,55
Junho	97.174	3.239,13
Julho	100.716	3.248,90
Agosto	103.479	3.338,03
Setembro	101.870	3.395,67
Outubro	107.712	3.474,58
Novembro	102.322	3.410,73
Dezembro	63.577	2.050,87
Média	97.027	3.192,23

**Quadro 11: Total de refeições servidas por mês e média de refeições servidas por dia na cozinha do HUL em 2017.**

Fonte: Departamento de Nutrição e Dietética do HUL (2018).

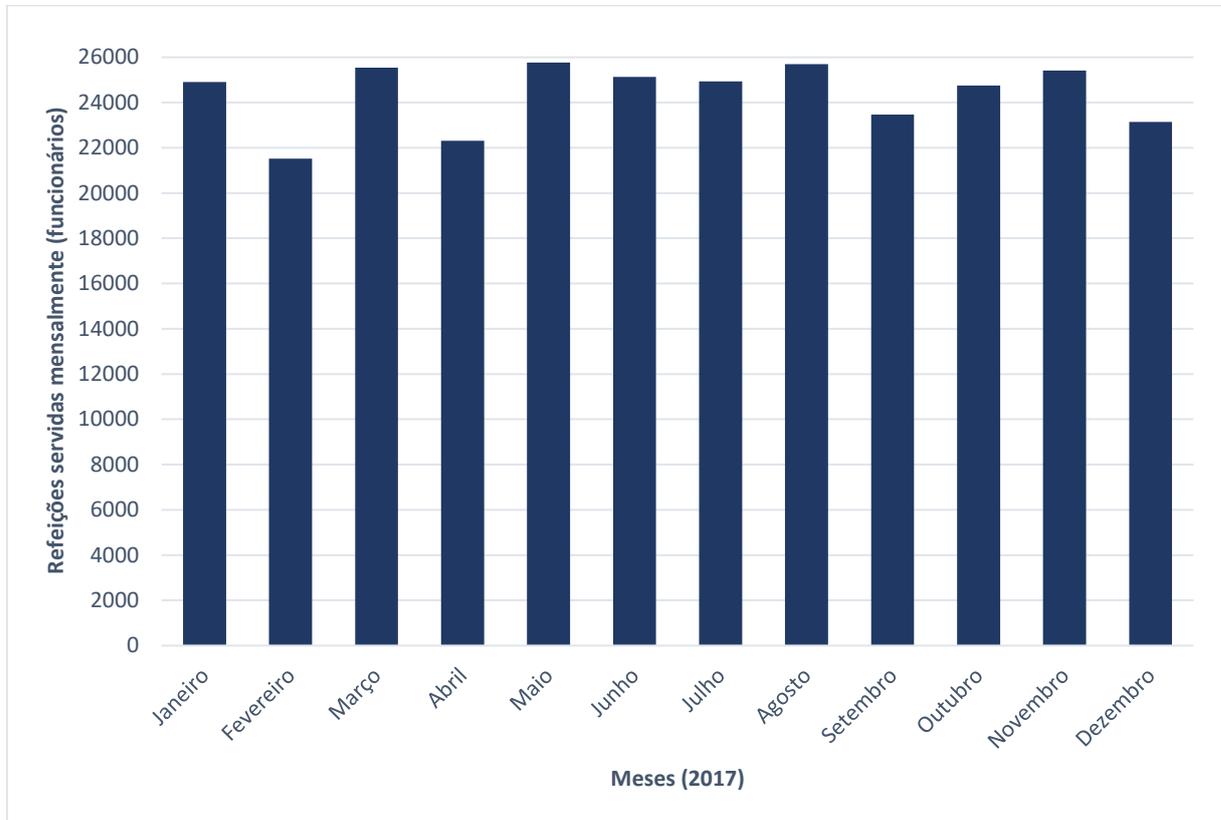
As quantidades de refeições servidas ao mês para pacientes e funcionários, são mostradas nas figuras 14 e 15.



**Figura 14: Refeições servidas mensalmente aos pacientes do HUL no ano de 2017.**

Fonte: HUL (2018).

Por meio da figura 14, pode-se observar que o mês em que foi servido o maior número de refeições a pacientes, foi outubro, tendo o HUL servido 45.117 refeições neste mês.

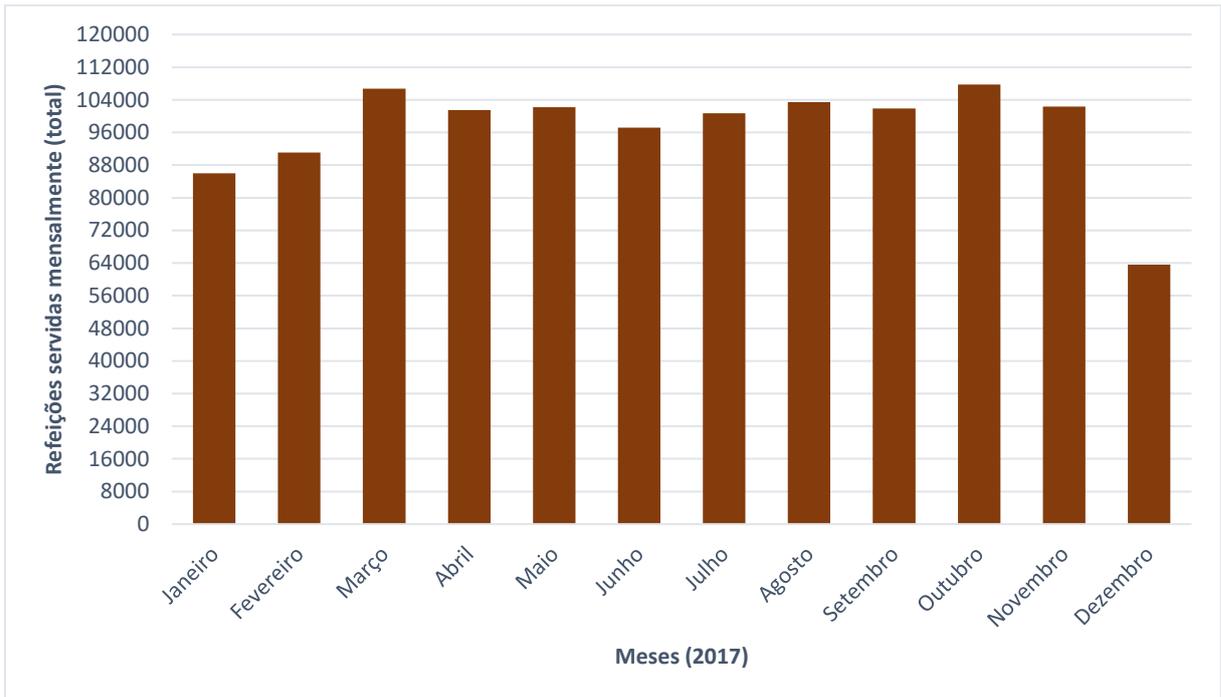


**Figura 15: Refeições servidas mensalmente aos funcionários do HUL no ano de 2017.**

**Fonte: HUL (2018).**

A figura 15 apresenta os dados de refeições servidas aos funcionários do HUL ao longo do ano de 2017. Pode-se perceber que o mês em que houve o maior número de refeições servidas foi maio, totalizando 25.769 refeições.

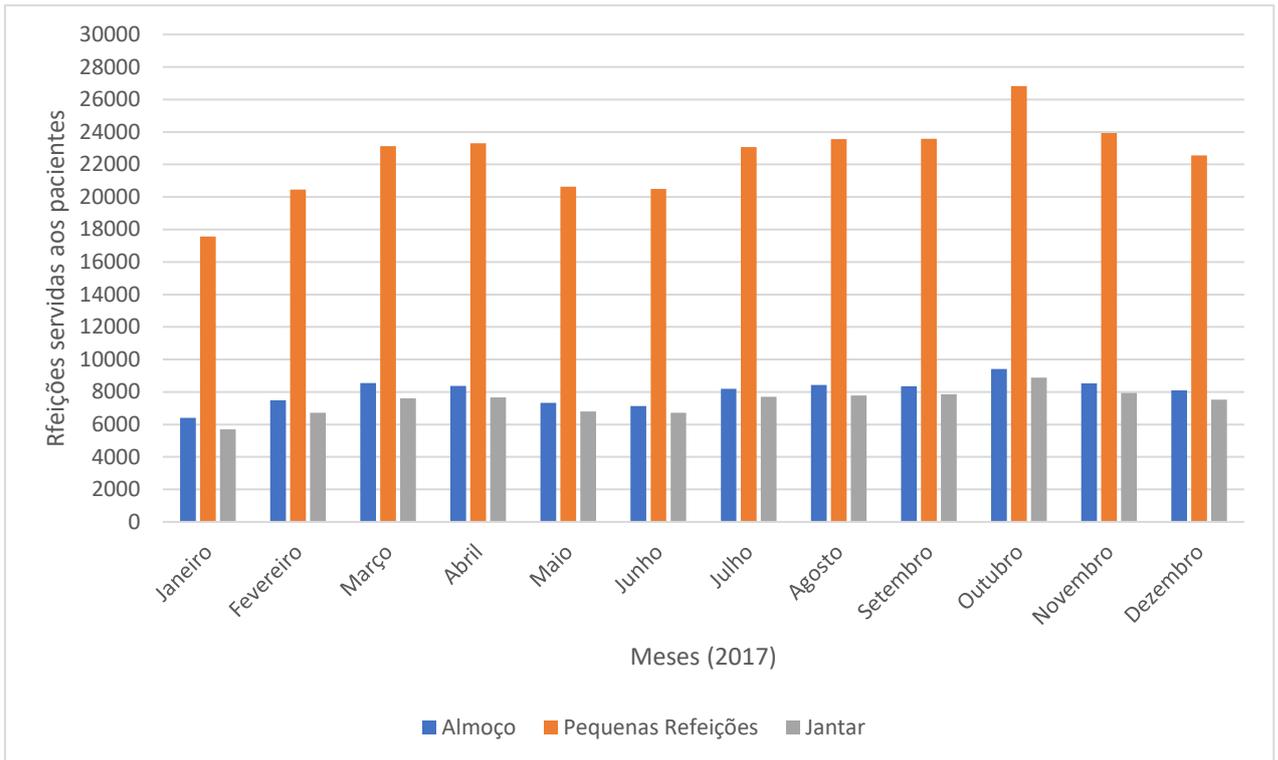
A figura 16 apresenta os dados totais de refeições servidas no HUL ao longo do ano de 2017. Pode-se perceber que o mês em que houve o maior número de refeições servidas foi março, totalizando 107.712 refeições.



**Figura 16: Total de refeições servidas mensalmente no HUL no ano de 2017.**

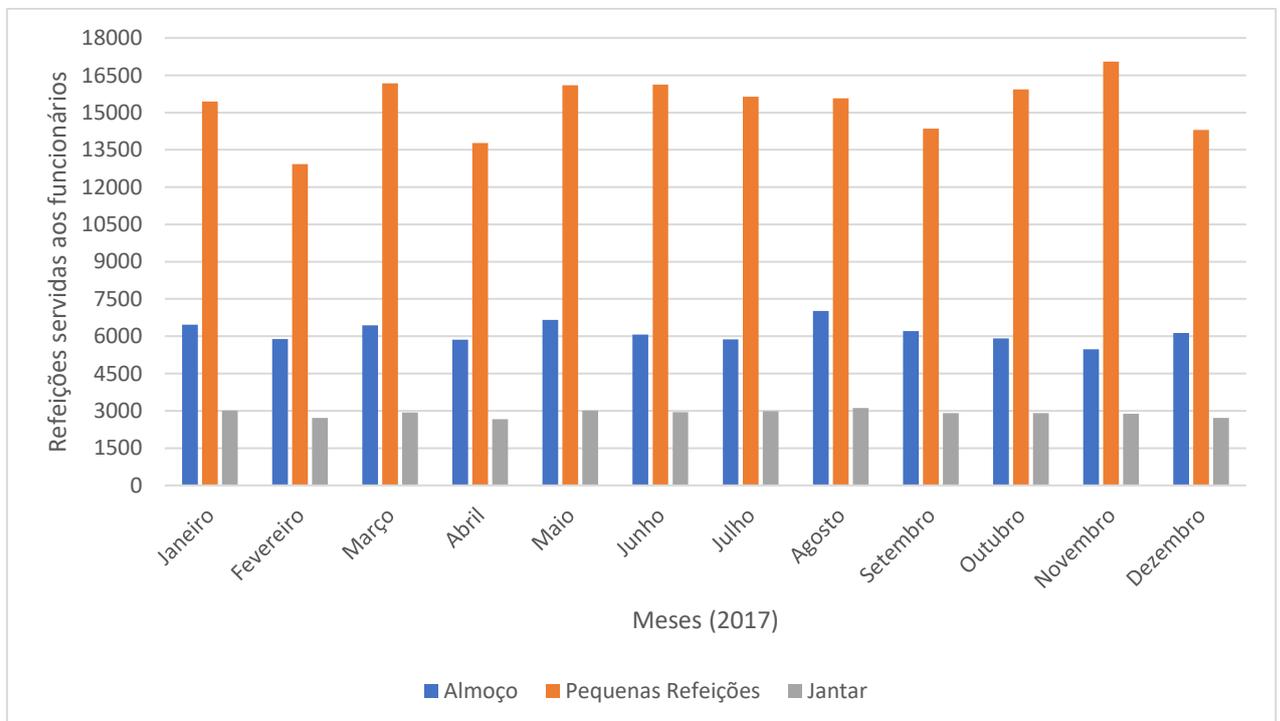
**Fonte: HUL (2018).**

As refeições servidas pela cozinha do HUL são divididas em almoço, pequenas refeições e jantar. As figuras 17 e 18 mostram a quantidade de refeições servidas pelo HUL divididas por tipo de janeiro a dezembro de 2017 para pacientes e funcionários.



**Figura 17: Refeições servidas aos pacientes divididas em: almoço, pequenas refeições e jantar.**

Fonte: HUL (2018).



**Figura 18: Refeições servidas aos funcionários divididas em: almoço, pequenas refeições e jantar.**

Fonte: HUL (2018).

Deve-se ressaltar que há ainda, os valores de refeições servidas a acompanhantes, lactantes e outros (docentes, discentes, estagiários, etc), no entanto, não foi possível obter dados de tais refeições quanto às suas diferenciações entre almoço, pequenas refeições e jantar. Sabe-se, entretanto, que a maioria destas é composta por pequenas refeições, segundo funcionários da cozinha.

Portanto, para a base de cálculos do consumo de água para preparo de refeições na cozinha do HUL, foram consideradas apenas as refeições almoço servido a pacientes e jantar servido a pacientes e funcionários. Não foram considerados neste estudo o almoço servido a funcionários, uma vez que este é fornecido pela empresa terceirizada, e nem as pequenas refeições, uma vez que é utilizada pouca ou nenhuma água para o preparo destas, que são compostas por sanduíches, biscoitos, entre outros alimentos que não são feitos na cozinha do HUL.

Segundo a Norma Técnica da Sabesp (NTS 181) - Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação (2012) e MACINTYRE (1996), gasta-se 25 litros de água por refeição produzida em cozinhas de porte industrial. O quadro 12 mostra a quantidade de refeições consideradas para o cálculo.

	Refeições Servidas			Total
	Pacientes		Funcionários	
Mês (2017)	Almoço	Jantar	Jantar	
<b>Janeiro</b>	6.396	5.688	3.008	15.092
<b>Fevereiro</b>	7.485	6.711	2.711	16.907
<b>Março</b>	8.544	7.601	2.930	19.075
<b>Abril</b>	8.369	7.672	2.660	18.701
<b>Mai</b>	7.333	6.790	3.016	17.139
<b>Junho</b>	7.126	6.717	2.942	16.785
<b>Julho</b>	8.185	7.701	2.981	18.867
<b>Agosto</b>	8.427	7.774	3.113	19.314
<b>Setembro</b>	8.357	7.851	2.914	19.122
<b>Outubro</b>	9.406	8.890	2.912	21.208
<b>Novembro</b>	8.523	7.944	2.888	19.355
<b>Dezembro</b>	8.104	7.519	2.713	18.336

Quadro 12: Quantidade de refeições servidas na cozinha do HUL ao longo de 2017.

Fonte: Adaptado de Departamento de Nutrição e Dietética do HUL (2018).

Conhecendo a quantidade de refeições produzidas na cozinha do HUL, foi possível estimar a média mensal de água consumida para o preparo de refeições. Os resultados estão expressos no quadro 13:

<b>Mês</b>	<b>Total de refeições servidas</b>	<b>Média de refeições diárias</b>	<b>Consumo de água por refeição (L/refeição)</b>	<b>Consumo total de água (L/mês)</b>	<b>Consumo médio de água (L/dia)</b>
<b>Janeiro</b>	15.092	486,84	25	377.300	12.170,97
<b>Fevereiro</b>	16.907	603,82	25	422.675	15.095,54
<b>Março</b>	19.075	615,32	25	476.875	15.383,06
<b>Abril</b>	18.701	623,37	25	467.525	15.584,17
<b>Mai</b>	17.139	552,87	25	428.475	13.821,77
<b>Junho</b>	16.785	559,50	25	419.625	13.987,50
<b>Julho</b>	18.867	608,61	25	471.675	15.215,32
<b>Agosto</b>	19.314	623,03	25	482.850	15.575,81
<b>Setembro</b>	19.122	637,40	25	478.050	15.935,00
<b>Outubro</b>	21.208	684,13	25	530.200	17.103,23
<b>Novembro</b>	19.355	645,17	25	483.875	16.129,17
<b>Dezembro</b>	18.336	591,48	25	458.400	14.787,10
<b>Média</b>	18.325	602,63	25	458.127	15.065,72

Quadro 13: Consumo de água por refeição e consumos total diário e mensal na cozinha do HUL.

Fonte: Autor (2018).

Dessa forma, adicionando-se à média de consumo médio diário de água para preparo de refeições, a média diária de consumo de água para lavagem de louça e piso, têm-se uma média diária de consumo total na cozinha de 16.198.85 Litros/dia, ou 16,2 m<sup>3</sup>/dia. Considerando o valor de consumo total diário no HUL estimado em 245,29 m<sup>3</sup>/dia (quadro 4), calcula-se que a cozinha do HUL representa 6,6% do consumo total do hospital.

A etapa 3, características físicas e funcionais, apresenta a quantidade de torneiras, vasos sanitários, chuveiros e duchas presentes no HUL. Os dados foram coletados por meio de vistorias ao local de estudo, e são apresentados nos quadros 14, 15 e 16.

Departamento	Número total de torneiras	Fechamento automático	Manual sem arejador	Manual com arejador	Sensor	Acionamento por cotovelo	Acionamento por pé
<b>CTQ</b>	41	-	5	25	11	-	-
<b>Laboratórios de Análises Clínicas</b>							
Bioquímica	7	-	1	6	-	-	-
Hematologia	10	-	7	3	-	-	-
Imunologia clínica / Biologia molecular	2	-	2	-	-	-	-
Microscopia	1	-	-	1	-	-	-
Sorologia	2	-	2	-	-	-	-
Toxicologia	1	-	1	-	-	-	-
Esterilização	11	-	8	3	-	-	-
<b>Pronto Socorro</b>	65	21	23	10	11	-	-
<b>Eletrocardiologia</b>	6	-	6	-	-	-	-
<b>Hemodinâmica</b>	28	1	8	8	7	-	4
<b>Farmácia</b>	14	3	11	-	-	-	-
<b>Unidade masculina</b>	30	11	6	9	4	-	-
<b>Unidade feminina</b>	26	1	19	6	-	-	-
<b>Mãe Canguru</b>	2	1	-	-	1	-	-
<b>Banco Leite Humano</b>	2	-	1	1	-	-	-
<b>Hemodiálise</b>	14	-	4	4	6	-	-
<b>Museu de órgãos</b>	1	-	1	-	-	-	-
<b>Necropsia</b>	18	-	11	7	-	-	-
<b>Fisioterapia</b>	17	4	10	-	-	3	-
<b>Administração</b>	24	-	24	-	-	-	-
<b>Hemocentro</b>	65	21	6	16	22	-	-
<b>Outros</b>	26	-	15	10	1	-	-
<b>Total</b>	413	63	171	109	63	3	4

Quadro 14: Diagnóstico de torneiras no Hospital Universitário de Londrina.

Fonte: Autor (2018).

<b>Departamento</b>	<b>Duchas</b>	<b>Chuveiros</b>
<b>CTQ</b>	2	4
<b>Laboratórios de Análises Clínicas</b>		
Bioquímica	-	-
Hematologia	-	-
Imunologia clínica / Biologia molecular	-	-
Microscopia	-	-
Sorologia	-	-
Toxicologia	-	-
Esterilização	-	2
<b>Pronto Socorro</b>	1	18
<b>Eletrocardiologia</b>	-	1
<b>Hemodinâmica</b>	-	4
<b>Farmácia</b>	1	2
<b>Unidade masculina</b>	-	12
<b>Unidade feminina</b>	-	14
<b>Mãe Canguru</b>	-	-
<b>Banco Leite Humano</b>	-	1
<b>Hemodiálise</b>	-	1
<b>Museu de órgãos</b>	-	-
<b>Necropsia</b>	-	3
<b>Fisioterapia</b>	-	-
<b>Administração</b>	-	-
<b>Hemocentro</b>	-	3
<b>Outros</b>	-	2
<b>Total</b>	4	67

Quadro 15: Diagnóstico de chuveiros e duchas no HUL.

Fonte: Autor (2018).

Departamento	Número total de vasos sanitários	Vasos sanitários com Hydra	Vasos sanitários com caixa acoplada	Mictórios
<b>CTQ</b>	11	10	-	1
<b>Laboratórios de Análises Clínicas</b>				
Bioquímica	-	-	-	-
Hematologia	1	1	-	-
Imunologia clínica / Biologia molecular	3	3	-	-
Microscopia	-	-	-	-
Sorologia	-	-	-	-
Toxicologia	-	-	-	-
Esterilização	2	-	2	-
<b>Pronto Socorro</b>	25	24	-	1
<b>Eletrocardiologia</b>	2	-	2	-
<b>Hemodinâmica</b>	6	2	4	-
<b>Farmácia</b>	5	2	3	-
<b>Unidade masculina</b>	11	11	-	-
<b>Unidade feminina</b>	17	17	-	-
<b>Mãe Canguru</b>	-	-	-	-
<b>Banco Leite Humano</b>	3	3	-	-
<b>Hemodiálise</b>	4	4	-	-
<b>Museu de órgãos</b>	-	-	-	-
<b>Necropsia</b>	8	8	-	-
<b>Fisioterapia</b>	3	3	-	-
<b>Administração</b>	31	19	-	12
<b>Hemocentro</b>	12	8	-	4
<b>Outros</b>	5	5	-	-
<b>Total</b>	149	120	11	18

Quadro 16: Diagnóstico de vasos sanitários e mictórios no HUL.

Fonte: Autor (2018).

De modo geral, pode-se dizer que devido ao grande porte do HUL, a vistoria no local foi um processo dificultoso e que necessita de novas aferições para estudos futuros. No entanto, foi possível observar e quantificar aparelhos que apresentavam vazamentos para o cálculo dos índices apresentados na seção 4.2.2.

Usualmente, o agente consumidor considerado em edificações hospitalares é o número de leitos funcionantes, já que a população flutuante, muito maior que a população fixa de um hospital, é de difícil contabilização. Dessa forma, considerou-se

como Na (número de agentes consumidores), o número de leitões cadastrados no HUL, 303.

- ICh (índice de consumo de água no período histórico)

O índice de consumo no período histórico, considerado um índice real, apresentou uma média de 809,53 L/leito dia. O maior índice foi registrado no mês de Junho e o menor, no mês de janeiro, como mostra o quadro 17.

<b>Mês (2017)</b>	<b>Consumo mensal (m<sup>3</sup>)</b>	<b>ICh (L/leito/dia)</b>
<b>Janeiro</b>	5745	611,63
<b>Fevereiro</b>	6720	792,08
<b>Março</b>	6676	710,74
<b>Abril</b>	7991	879,10
<b>Mai</b>	7216	768,23
<b>Junho</b>	8257	908,36
<b>Julho</b>	8150	867,67
<b>Agosto</b>	7792	829,55
<b>Setembro</b>	7342	807,70
<b>Outubro</b>	8088	861,07
<b>Novembro</b>	7676	844,44
<b>Dezembro</b>	7832	833,81
<b>Média</b>	7457,08	809,53

Quadro 17: índice de consumo de água no período histórico ao longo de 2017.

Fonte: Autor (2018).

Deve-se ressaltar que o HUL possui muitas atividades interrelacionadas, como por exemplo o Hospital escola, que podem aumentar o consumo de água por leito no índice de desperdício. Desta forma, observa-se a necessidade de instalação de hidrômetros por setor no HUL para melhor controle do consumo de água visando a minimização e adequação pontual.

- ICe (índice de consumo estimado de água)

Para se encontrar o valor de ICe, foi realizada uma média entre os valores encontrados na literatura (BERENHAUSER e PULICI, 1983; METCALF e EDDY, 1991;

DMAE, 1988; QASIM e SYED, 1994; MACINTYRE, 1982; GEYER e LENTZ (1962); MELO e NETTO, 1988), e o valor encontrado foi de 474 L/leito/dia.

- DDe (Desperdício diário de água estimado)

Como pode ser observado no quadro 18, o desperdício diário estimado apresentou uma média de 335,53 L/leito dia. É um valor hipotético. Percebe-se que o mês que apresentou maior índice de desperdício foi Junho e o que apresentou menor índice de desperdício foi janeiro.

<b>Mês (2017)</b>	<b>IC<sub>h</sub> (L/leito/dia)</b>	<b>IC<sub>e</sub> (L/leito/dia)</b>	<b>DDe (L/leito/dia)</b>
<b>Janeiro</b>	611,63	474	137,63
<b>Fevereiro</b>	792,08	474	318,08
<b>Março</b>	710,74	474	236,74
<b>Abril</b>	879,10	474	405,10
<b>Mai</b>	768,23	474	294,23
<b>Junho</b>	908,36	474	434,36
<b>Julho</b>	867,67	474	393,67
<b>Agosto</b>	829,55	474	355,55
<b>Setembro</b>	807,70	474	333,70
<b>Outubro</b>	861,07	474	387,07
<b>Novembro</b>	844,44	474	370,44
<b>Dezembro</b>	833,81	474	359,81
<b>Média</b>	809,53	474	335,53

Quadro 18: Desperdício diário de água estimado ao longo de 2017.

Fonte: Autor (2018).

- IDe (índice de desperdício diário de água estimado)

O índice de desperdício diário de água estimado também é um valor hipotético e representa a porcentagem de desperdício para o referido mês. A média de desperdício registrada foi de 41,45% para o ano de 2017, como mostra o quadro 19.

<b>Mês (2017)</b>	<b>ICH (L/leito/dia)</b>	<b>ICe (L/leito/dia)</b>	<b>IDe (%)</b>
<b>Janeiro</b>	611,63	474	22,50
<b>Fevereiro</b>	792,08	474	40,16
<b>Março</b>	710,74	474	33,31
<b>Abril</b>	879,10	474	46,08
<b>Mai</b>	768,23	474	38,30
<b>Junho</b>	908,36	474	47,82
<b>Julho</b>	867,67	474	45,37
<b>Agosto</b>	829,55	474	42,86
<b>Setembro</b>	807,70	474	41,31
<b>Outubro</b>	861,07	474	44,95
<b>Novembro</b>	844,44	474	43,87
<b>Dezembro</b>	833,81	474	43,15
<b>Média</b>	809,53	474	41,45

Quadro 19: índice de desperdício diário de água estimado ao longo de 2017.

Fonte: Autor (2018).

- Índice de Vazamentos

Durante as vistorias realizadas no HUL, foram encontrados apenas 7 pontos de vazamentos em torneiras, o que resultou em um índice IV de 0,02%. Deve-se ressaltar que o departamento de manutenção funciona muito bem no HUL e que muitas das instalações foram recém reformadas ou passaram por pequenos reparos.

- Índice de perdas:

As perdas volumétricas devido a vazamentos, quebras ou defeitos em equipamentos hidráulicos representam o índice de perdas. Como não foram medidas as vazões dos vazamentos, foram utilizados valores encontrados na literatura como referência. OLIVEIRA (1999) propõe que torneiras com vazamento ao abrir podem representar uma perda de 4 a 8 litros/dia e torneiras com gotejamento lento, podem representar uma perda de 6 a 10 litros/dia. Considerando que dentre as 7 torneiras com presença de vazamento, 5 apresentavam gotejamento lento e 2 vazamento ao abrir, tem-se que o valor mínimo de perda seria de 38 litros/dia e o valor máximo seria de 66 litros/dia.

Desta forma, tem-se como o índice de perdas volumétricas visíveis do no hospital de estudo, os valores dados pela equação 8, expressos no quadro 20:

<b>Mês (2017)</b>	<b>Consumo mensal (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Somatória da vazão de perdas observadas (m<sup>3</sup>/mês) - Valor mínimo</b>	<b>Somatória da vazão de perdas observadas (m<sup>3</sup>/mês) - Valor máximo</b>	<b>Índice de perdas volumétricas visíveis - Valor mínimo</b>	<b>Índice de perdas volumétricas visíveis - Valor máximo</b>
<b>Janeiro</b>	5.745	1,18	2,05	0,02	0,04
<b>Fevereiro</b>	6.720	1,06	1,85	0,02	0,03
<b>Março</b>	6.676	1,18	2,05	0,02	0,03
<b>Abril</b>	7.991	1,14	1,98	0,01	0,02
<b>Maio</b>	7.216	1,18	2,05	0,02	0,03
<b>Junho</b>	8.257	1,14	1,98	0,01	0,02
<b>Julho</b>	8.150	1,18	2,05	0,01	0,03
<b>Agosto</b>	7.792	1,18	2,05	0,02	0,03
<b>Setembro</b>	7.342	1,14	1,98	0,02	0,03
<b>Outubro</b>	8.088	1,18	2,05	0,01	0,03
<b>Novembro</b>	7.676	1,14	1,98	0,01	0,03
<b>Dezembro</b>	7.832	1,18	2,05	0,02	0,03
<b>Média</b>	7.457,08	1,16	2,01	0,02	0,03

**Quadro 20: Índice de perdas volumétricas visíveis no HUL ao longo de 2017.**

**Fonte: Autor (2018).**

Por meio da análise dos índices de consumo, pode-se observar que o HUL possui poucos problemas de vazamentos e de manutenção, e tais problemas não apresentam importância significativa na problemática da minimização do consumo de água no hospital.

No entanto, o emprego de equipamentos economizadores de água, como bacias sanitárias com volume de descarga reduzido, torneiras com fechamento automático, entre outros, podem representar redução de perdas e minimização do consumo.

Os benefícios econômicos da adequação do sistema obtidos pela substituição de componentes convencionais por economizadores dependem das condições locais. Por essa razão, antes da implementação dessa ação, recomenda-se uma avaliação econômica das atividades necessárias para a alteração do sistema que tem por objetivo reduzir o consumo de água.

A especificação dos componentes economizadores deve ser realizada em função das necessidades dos usuários obtidas de observações de suas atividades relacionadas à água, da avaliação técnico-econômica e das condições físicas de cada sistema.

No quadro 21 é possível visualizar os principais equipamentos economizadores de água encontrados no mercado e seus percentuais médios de redução.

EQUIPAMENTO	TIPO	REDUÇÃO MÉDIA (%)
Torneiras	Hidromecânica	48
	Sensor	58
	Eletrônicas embutidas	58
	Funcionamento por válvula de pé	52
	Funcionamento pot pedal	--
Arejadores		24
Chuveiros e Duchas	Registro regulador de vazão	40
	Válvulas de fechamento automático	42
Bacias Sanitárias	Válvulas de descarga de ciclo seletivo (6 litros)	50
	Caixa acoplada (6 litros)	50
Redutores de Vazão	Registro regulador de vazão para lavatórios	40
Redutores de Pressão	Redutor de pressão	--

**Quadro 21: Equipamentos economizadores de água.**

**Fonte: Sabesp (2012).**

## 5.2 Identificação de fontes alternativas de água

### 5.2.1 Captação direta de águas subterrâneas

Atualmente, o Hospital Universitário de Londrina não possui nenhuma forma alternativa de obtenção de água, dependendo exclusivamente da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Dentro do Programa de Conservação de Água, na etapa de Avaliação de Oferta de Água, foi aferido que o HUL possui a estrutura necessária para a perfuração de poço tubular profundo para a captação da água diretamente de aquífero.

A área urbano-industrial da cidade de Londrina localiza-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, região esta caracterizada litologicamente pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral (Figura 19).

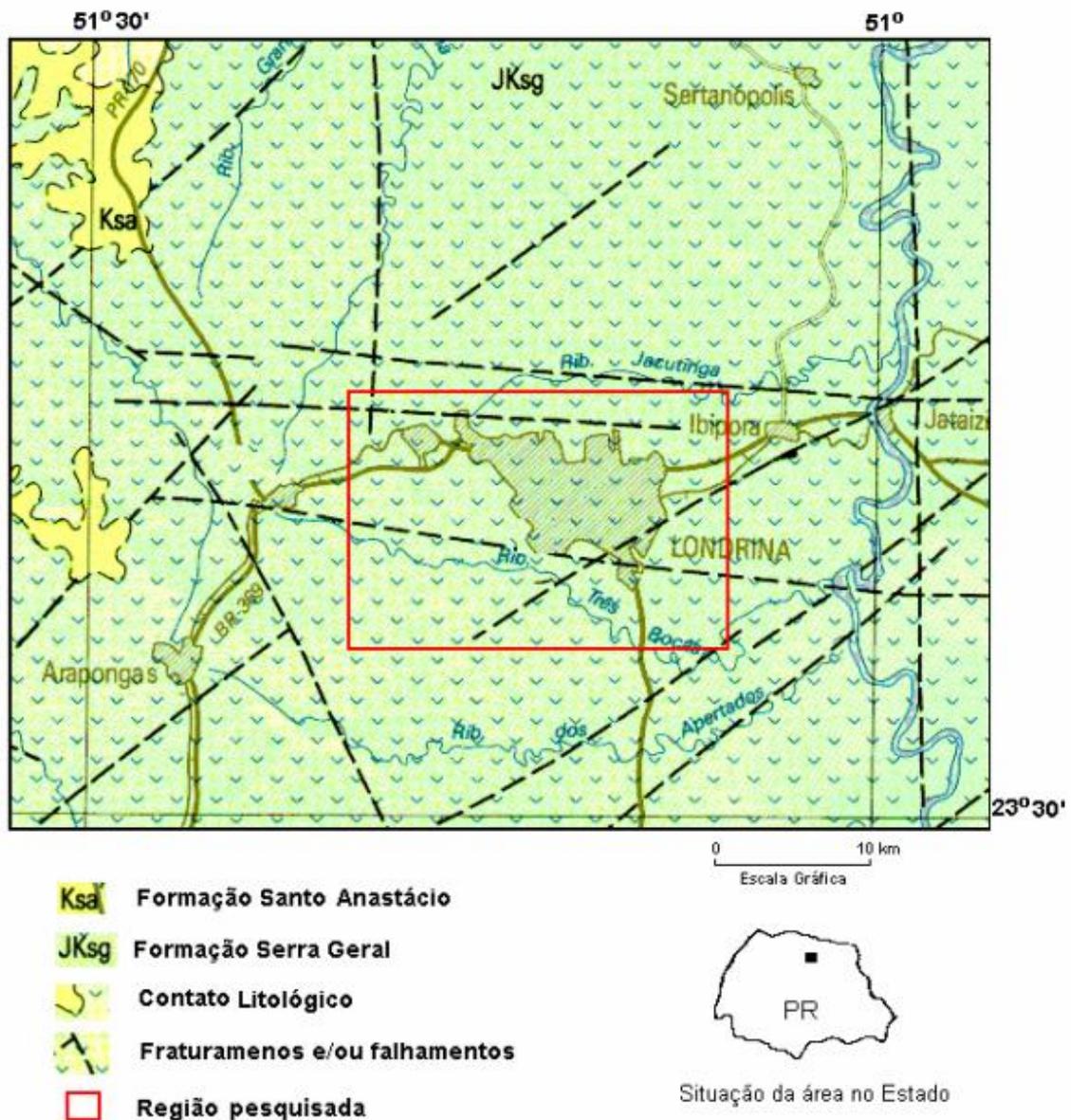


Figura 19: Mapa geológico regional e de localização da área.

Fonte: Celligoi e Duarte (1994).

A Formação Serra Geral é a caracterizada pela sequência de derrames de lavas basálticas sucedidas no Terceiro Planalto Paranaense (MANASSES et al, 2007 apud Araújo, 1995). Segundo SOUZA (2004), a Formação Serra Geral é composta sobretudo por rochas ígneas vulcânicas evidenciadas por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, mas apresenta também quantidades menores de riolitos e riolacitos. Diques e soleiras também estão relacionados à Formação Serra Geral, apresentando assim diabásios.

De acordo com CELLIGOI (1993), em Londrina existem duas formas de ocorrência de águas subterrâneas: o aquífero freático e as zonas aquíferas da

Formação Serra Geral, isso ocorre devido as suas características litológicas. O primeiro possui relação com a zona saturada da camada de solo e rocha alterada, já a segunda forma de ocorrência está relacionada às rochas basálticas propriamente ditas.

O autor ainda salienta que a forma em que ocorrem as águas subterrâneas fica limitada às zonas de descontinuidade das rochas, com isso a vazão obtida em cada poço tubular fica associada ao número e a condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações. Os aquíferos podem ainda ser classificados de acordo com dois fatores: pressão das águas nas suas superfícies limítrofes e sua porosidade. (ZANETTI, 2012).

No Estado do Paraná, está restrito ao 3º Planalto Paranaense, possuindo uma área com cerca de 110.000 Km<sup>2</sup>, com espessura máxima de 1.400 metros (SOUZA, 2004). O SASG é formado por rochas originalmente impermeáveis. No entanto, foram criadas porosidades e permeabilidades secundárias que fazem com que ocorra a circulação e armazenamento de água nas estruturas, isso se deve ao próprio resfriamento das rochas ígneas e também pela ação de eventos tectônicos. Sendo assim, esse sistema aquífero apresenta condutividade hidráulica modificável, complexa e de difícil avaliação. (MANASSES et al, 2007).

As águas tipicamente pertencentes à Formação Serra Geral são dotadas de características físico-químicas que as categorizam como bicarbonatada cálcica a bicarbonatada cálcica-magnésiana. (MENDES et al, 2002).

ROCHA (2017) realizou busca no banco de dados dos poços do SIAGAS (Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas), onde foram encontrados 594 registros, dos quais 290 foram selecionados por estarem localizados no município de Londrina/PR (vide ANEXO).

Os poços selecionados possuem vazões (Q) acima de zero e utilizam o Aquífero Serra Geral para os mais diversos usos, o que permitiu o cálculo estimado da exploração diária do aquífero de 132.964 m<sup>3</sup>. Dessa forma, o estudo realizado obteve um resultado de vazão média do poço de 25,47 m<sup>3</sup>/h, sendo o valor mínimo de 1 m<sup>3</sup>/h e o valor máximo de 999 m<sup>3</sup>/h. O desvio padrão calculado foi de 78,06, o que indica grande variação nos valores de vazão no SASG. O teste de normalidade por Kolmogorov-Smirnov apresentou p valor maior que 0,05, o que identifica que os dados de vazão apresentam normalidade (Figura 20).

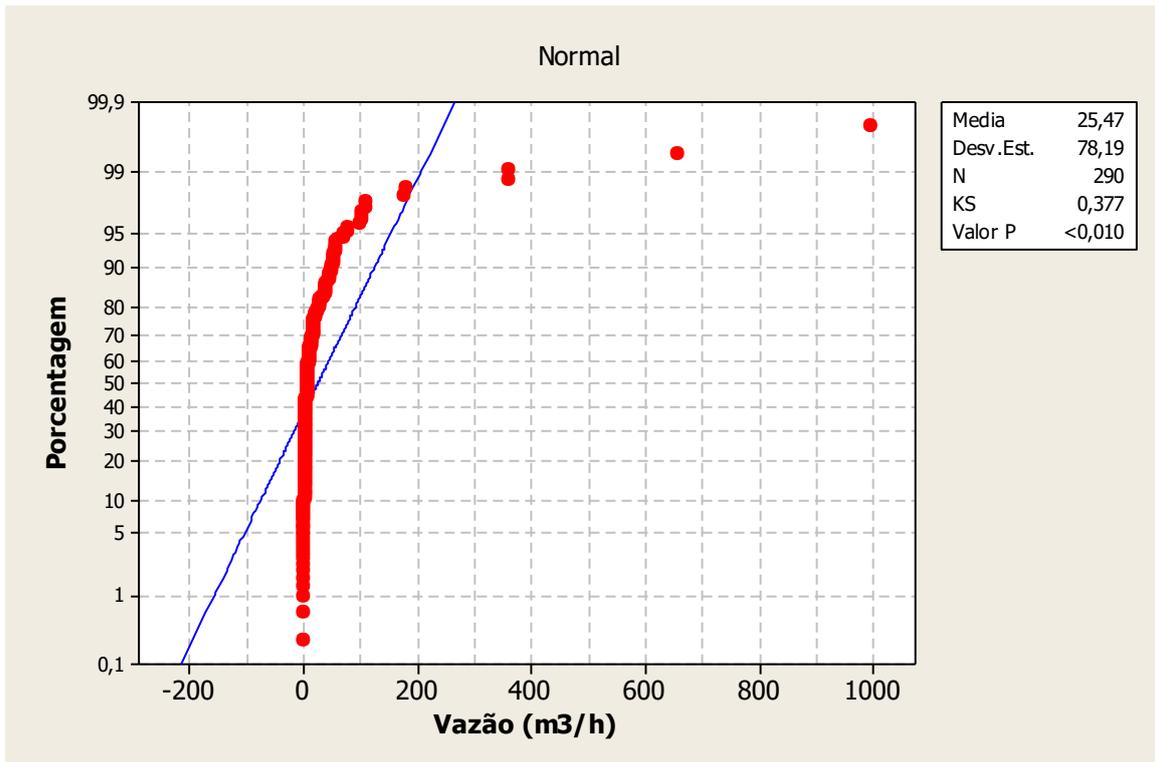


Figura 20: Teste de normalidade por Kolmogorov-Smirnov.

Fonte: Autor (2018).

O primeiro passo para o estudo da perfuração de poço tubular no HUL, se deu pelo cálculo do consumo diário de água no hospital. Esse dado é expresso na seção 4.1 (quadro 4), e o valor da média de consumo diário é de 245,3 m<sup>3</sup>/dia.

Após os dados do consumo diário de água, considerou-se um regime de bombeamento de 18 horas, a partir dessas informações, o número de poços necessários para suprir as necessidades do hospital pode ser obtida por meio da equação 11.

$$Q_{diária} = Q_{média \text{ do poço}} \times \text{Regime de bombeamento} \quad \text{Eq. 11}$$

Uma vez que a vazão média do poço é de 25,47 m<sup>3</sup>/h e o regime de bombeamento foi fixado em 18 horas/dia, tem-se que a vazão diária do poço é de 458,47 m<sup>3</sup>/dia.

A equação 12 foi utilizada para se encontrar o número de poços necessários para suprir a demanda do hospital.

$$\text{Número de poços} = \frac{CDA}{Q_{diária}} \quad \text{Eq. 12}$$

Sabendo que o consumo diário do hospital é de 245,29 m<sup>3</sup>/dia e a vazão diária do poço foi calculada em 458,47 m<sup>3</sup>/dia, conclui-se que apenas um poço é suficiente para suprir a demanda do hospital.

Foi verificado também, que a vazão mínima necessária para atender a demanda do hospital com a necessidade de perfuração de apenas um poço, e uma bomba operando em regime de 18 horas, seria de 13,63 m<sup>3</sup>/h. Desta forma, a partir do dado do poço e com o auxílio da curva normal (figura x), pode-se calcular a probabilidade do poço a ser perfurado no HU apresentar valores maiores que 13,63 m<sup>3</sup>/h cuja vazão seria suficiente para o consumo médio de água do HU. A probabilidade de obtenção de um (1) poço com vazões maiores que 13,63 é de 56% pelo método da distribuição da curva normal.

A partir dos dados levantados com diversas empresas de perfuração, ROCHA (2017) atestou que um poço com 200 metros de profundidade no Aquífero Serra Geral possui custos de aproximadamente R\$ 9.500 para a perfuração dos 100 primeiros metros, mais R\$ 6.500,00 nos próximos 50 metros e R\$ 9.000 nos últimos 50 metros, totalizando R\$ 25.000,00. Sendo necessário ainda incluir os custos de material onde o valor total de perfuração calculado foi orçado em aproximadamente R\$ 30.715,00.

Sobre o sistema de bombeamento, ROCHA (2017) chegou a um valor médio de R\$ 15.550,00, com todos os materiais necessários inclusos, de acordo com dados de empresas de perfuração. O autor ressalta que de acordo com as empresas perfuradoras, o tempo de vida útil de cada bomba varia de acordo com as características operacionais, como a manutenção realizada no poço, o tipo de local em que se encontra o poço, a qualidade da água, dentre outras. Dessa maneira, não foi considerado um tempo de vida útil para cada bomba, sendo esse valor incluso na taxa de manutenção do poço.

Como apenas um poço atende à demanda do hospital, o investimento necessário para a realização da obra seria o valor orçado pela empresa de perfuração (R\$ 30.715,00) mais o valor orçado para o sistema de bombeamento (R\$ 15.550,00), e, portanto, o valor total do investimento seria de R\$ 45.265,00.

Uma vez que a média do valor mensal gasto com água proveniente da Sanepar no HUL é de R\$ 98.090,65 (quadro 4), pode-se concluir que a perfuração de um poço para captação direta de águas subterrâneas seria uma alternativa viável para o Hospital Universitário de Londrina com período de retorno próximo de 1 mês para instalação.

### 5.2.2 Reúso de água da lavanderia

O tratamento e reúso da água da lavanderia do HUL poderia reduzir significativamente o volume de efluente descartado na rede de esgoto sem tratamento prévio. Com a proposta de se avaliar um possível tratamento e sistema de reúso adequados para esse efluente, foram realizadas coletas de amostras para três diferentes tipos de ciclos de lavagem realizados na lavanderia. Os ciclos de lavagem variam de acordo com a sujidade da roupa, e são classificados em cobertores, leves (roupas sem a presença de sangue) – ciclo 1, pesadas (cirúrgica) – ciclo 2 e super pesadas (compressas). Os quadros 22, 23, 24 e 25 descrevem a quantidade de enxágues, produtos inseridos em cada etapa, duração de cada etapa (minutos), temperatura da água e nível da água para cada um dos ciclos.

Tipo de Roupa: cirúrgica/banho		Sujidade: Leve (cobertores)			Cor: Branco/firme		
		Fibras: Algodão/mista					
		Dosagens					
Operação	Produto	Máquina 60 kg	Máquina 100 kg	Máquina 200 kg	Tempo	Temperatura	Nível de água
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Lavagem	Detergente	180 ml	300 ml	600 ml	05'	Ambiente	Baixo
Alvejamento	Reforço	120 ml	200 ml	400 ml	12'	Ambiente	
	Alvejante	240 ml	400 ml	800 ml			
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Neutralização	Acidulante	120 ml	200 ml	400 ml	01'	Ambiente	Baixo
Amaciamento	Amaciante	360 ml	600 ml	1200 ml	05'		

Quadro 22: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade leve/cobertores.

Fonte: HUL (2018).

O ciclo de lavagem de cobertores apresenta 5 descartes. O primeiro descarte é realizado somente com água, enquanto o segundo descarte é realizado após a inserção de detergente, reforço (detergente alcalino) e alvejante. O terceiro e o quarto

descartes também são feitos somente com água. O último descarte é realizado após a inserção de dosagens de acidulante e amaciante. Este é o único ciclo em que a água está em temperatura ambiente durante todas as etapas. As dosagens de produtos variam de acordo com a capacidade da máquina de lavar que estiver sendo utilizada visando manter a mesma relação de produtos químicos de lavagem para cada quilograma de roupa.

Tipo de Roupa: cirúrgica/banho		Sujidade: Leve			Cor: Branco/firme		
		Fibras: Algodão/mista					
		Dosagens					
Operação	Produto	Máquina 60 kg	Máquina 100 kg	Máquina 200 kg	Tempo	Temperatura	Nível de água
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Lavagem	Detergente	150 ml	250 ml	500 ml	05'	Ambiente	Baixo
Alvejamento	Reforço	300 ml	500 ml	1000 ml	12'	75°C	
	Alvejante	360 ml	600 ml	1200 ml			
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Neutralização	Acidulante	150 ml	250 ml	500 ml	01'	Ambiente	Baixo
Amaciamento	Amaciante	360 ml	600 ml	1200 ml	05'		

**Quadro 23: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade leve – Ciclo 1.**

**Fonte: HUL (2018).**

O ciclo de lavagem de roupas leves também apresenta 5 descartes. Assim como na lavagem de cobertores, o primeiro descarte é realizado somente com água, enquanto o segundo descarte é realizado após a inserção de detergente, reforço (detergente alcalino) e alvejante. O terceiro e o quarto descartes também são feitos somente com água. O último descarte é realizado após a inserção de dosagens de acidulante e amaciante. Diferentemente do ciclo de lavagem de cobertores, no ciclo de lavagem de roupas leves, durante a etapa de alvejamento, a água é aquecida até 75°C, e retorna à temperatura ambiente nos enxágues posteriores. Além disso, as

dosagens de produtos químicos também são diferentes do ciclo de cobertores, no entanto, também variam com a capacidade da máquina de lavar.

Tipo de Roupa: cirúrgica/banho		Sujidade: Pesada - Cirúrgica			Cor: Branco/firme		
		Fibras: Algodão/mista					
		Dosagens					
Operação	Produto	Máquina 60 kg	Máquina 100 kg	Máquina 200 kg	Tempo	Temperatura	Nível de água
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Pré-lavagem	Detergente	300 ml	500 ml	1000 ml	07'	Ambiente	Baixo
	Reforço	480 ml	800 ml	1600 ml	13'		
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Lavagem	Detergente	240 ml	400 ml	800 ml	15'	75°C	Baixo
	Reforço	420 ml	700 ml	1400 ml			
Alvejamento	Alvejante	600 ml	1000 ml	2000 ml	20'	75°C	Baixo
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Neutralização	Acidulante	150 ml	250 ml	500 ml	01'	Ambiente	Baixo
Amaciamento	Amaciante	360 ml	600 ml	1200 ml	05'		

**Quadro 24: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade pesada/cirúrgica – Ciclo 2.**

**Fonte: HUL (2018).**

O ciclo de lavagem de roupas pesadas (cirúrgicas) apresenta 9 descartes. Os três primeiros descartes são realizados somente com água devido à elevada quantidade de sangue e outros fluidos presentes no enxoval (Figura 21). A segunda etapa (quarto descarte) é realizada após a inserção de detergente e reforço. O quinto descarte também é feito somente com água. O sexto descarte é realizado após a inserção de detergente, reforço e alvejante. O sétimo e o oitavo descartes são

realizados somente com água. Finalmente, o nono e último descarte recebe dosagens de acidulante e amaciante.



**Figura 21: Primeiro enxágue do ciclo 2 - Elevada concentração de sangue.**

**Fonte: Autor (2018).**

No ciclo de lavagem de roupas pesadas, durante a etapa de lavagem e alvejamento, a água esquenta até 75°C, e volta a esfriar nos enxágues posteriores. As dosagens de produtos químicos também são diferentes dos ciclos anteriores.

Tipo de Roupa: cirúrgica/banho		Sujidade: Super Pesada - Compressas			Cor: Branco/firme		
		Fibras: Algodão/mista					
		Dosagens					
Operação	Produto	Máquina 60 kg	Máquina 100 kg	Máquina 200 kg	Tempo	Temperatura	Nível de água
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Pré-lavagem	Detergente	300 ml	500 ml	1000 ml	10'	Ambiente	Baixo
	Reforço	480 ml	800 ml	1600 ml	10'		
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Lavagem	Detergente	240 ml	400 ml	800 ml	20'	75°C	Baixo
	Reforço	420 ml	700 ml	1400 ml			
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Alvejamento	Detergente	120 ml	200 ml	400 ml	20'	75°C	Baixo
	Reforço	240 ml	400 ml	800 ml			
	Alvejante	600 ml	1000 ml	2000 ml			
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Enxágue	Água	-	-	-	02'	Ambiente	Alto
Neutralização	Acidulante	150 ml	250 ml	500 ml	01'	Ambiente	Baixo
Amaciamento	Amaciante	360 ml	600 ml	1200 ml	05'		

**Quadro 25: Ciclo de lavagem para roupas de sujidade super pesada/compressas.**

Fonte: HUL (2018).

O ciclo de lavagem de roupas super pesadas (compressas) apresenta 12 descartes. Os quatro primeiros descartes são realizados somente com água devido à elevada quantidade de sangue e outros fluidos presentes no enxoval. A segunda

etapa (quinto descarte) é realizada após a inserção de detergente e reforço. O sexto descarte também é feito somente com água. O sétimo descarte é realizado após a inserção de detergente e reforço. O oitavo descarte é realizado somente com água. O nono descarte é realizado após a inserção de dosagens de detergente, reforço e alvejante. O décimo e o décimo primeiro descartes são realizados somente com água. O décimo segundo descarte é realizado após a inserção de acidulante e amaciante. No ciclo de lavagem de roupas super pesadas, durante as etapas de lavagem e alvejamento, a água é aquecida até 75°C.

Os produtos químicos inseridos em todos os processos são apresentados no quadro 26:

<b>Produto</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Composição química</b>
<b>Detergente</b>	Operações de pré-lavagem de roupas no sistema de dosagem.	Ácido dodecil benzeno sulfonato de sódio, tensoativo não iônico, neutralizante, branqueador óptico e veículo.
<b>Detergente alcalino (reforço)</b>	Operações de pré-lavagem e lavagem de roupas no sistema de dosagem.	Hidróxido de sódio, coadjuvante, aditivo e veículo.
<b>Alvejante</b>	Operações de alvejamento de roupas brancas e coloridas que apresentem manchas de hibiclens (Gluconato de Clorohexidina) no sistema de dosagem.	Peróxido de hidrogênio, sequestrante, branqueador óptico e veículo.
<b>Acidulante</b>	Operações de neutralização de alcalinidade residual de detergentes e cloro utilizados no alvejamento. Elimina a possibilidade de haver irritações na pele pelo uso de roupas com resíduo de alcalinidade ou cloro.	Metabissulfito de sódio e veículo.
<b>Amaciante</b>	Amaciar, desembaraçar e odorizar todos os tipos de tecidos.	Cloreto de dialquil dimetil amônio, corante, fragrância e veículo.

**Quadro 26: Produtos químicos utilizados nos ciclos de lavagem.**

Fonte: Rotulagem produtos (HUL, 2018).

O processo de todos os ciclos é automatizado (figura 22), requerendo a presença de dois funcionários por turno para a triagem das roupas entre as diferentes sujidades existentes e inserção das roupas nas máquinas.



a)

b)

**Figura 22: Processo automatizado de lavagem. a) Painel de controle. b) Dosagem de produtos inseridos em cada etapa.**

Fonte: Autor (2018).

Não foi realizada coleta para o ciclo de sujidade super pesada devido à elevada concentração de sangue presente no efluente gerado, além disso, deve-se ressaltar, que apesar de ter havido coleta de efluentes da lavagem de cobertores, uma vez que os mesmos foram lavados juntamente com uma quantidade expressiva de roupas de sujidade leve, os funcionários selecionaram o ciclo 1 - sujidade leve (quadro 23) para esta lavagem. Dessa forma, dentre as três coletas realizadas, duas seguiram o ciclo de lavagem 1 - sujidade leve (quadro 23), sendo a primeira delas composta por roupas leves + cobertores e a segunda, apenas por roupas de sujidade leve. A terceira coleta seguiu o ciclo de lavagem 2, sujidade pesada (quadro 24).

As amostras foram coletadas diretamente da canaleta de escoamento do efluente de enxágue (figura 23).



a)

b)

**Figura 23: a) Canaleta de escoamento de efluente de lavagem. b) Coleta de amostras.**

Fonte: Autor (2018).

Os ciclos leve e leve + cobertores (ciclo 1) realizam 5 enxágues durante todo o ciclo, sendo realizada uma amostra de cada enxágue. O ciclo de sujidade pesada possui 9 enxágues durante todo o ciclo, porém, foram coletadas amostras dos 7 últimos enxágues devido à elevada concentração de sangue na água nos dois primeiros enxágues.

Todas as amostras foram coletadas do efluente de enxágue da máquina com capacidade de 200 kg. Ressalta-se que as dosagens dos produtos químicos são relativos a capacidade de cada máquina, ou seja, as concentrações destes produtos são similares em todas as máquinas.

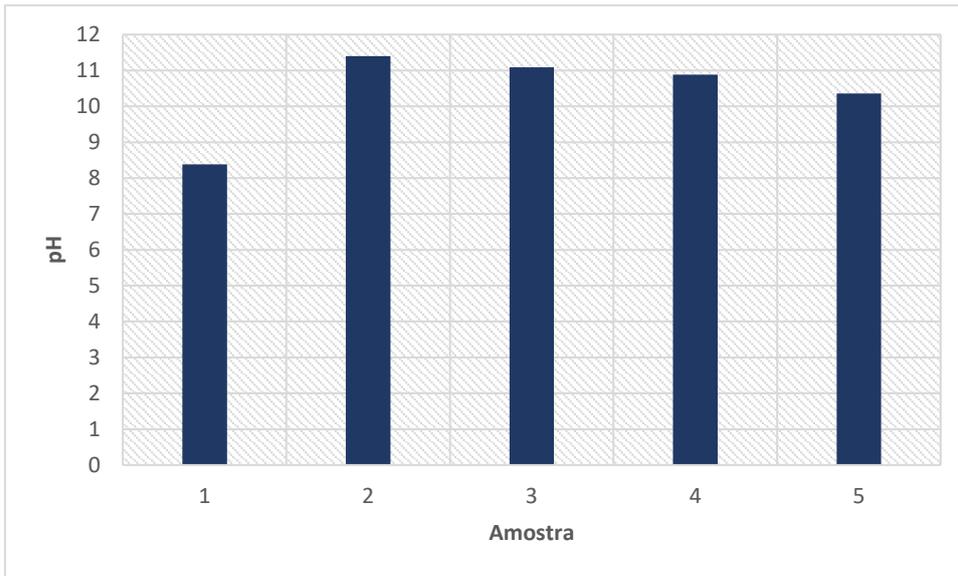
Os parâmetros analisados nas amostras foram: pH, Condutividade, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Sólidos Totais, Suspensos e dissolvidos.

De acordo com KERN *et al.* (2013), a composição dos efluentes gerados na lavanderia é diferente dos demais efluentes gerados nos outros setores do hospital. Esse efluente possui elevada carga orgânica e materiais microbiológicos nos primeiros estágios de lavagem. Mais especificamente, o alto nível de sujidade das roupas nos estágios iniciais produzem efluentes perigosos, caracterizados pela elevada concentração de resíduos biológicos como sangue, fezes, vômitos e outras secreções, além de alta carga microbiológica e potencial presença de fármacos, detergentes e outros produtos de limpeza que ficam impregnados nas roupas.

Os parâmetros analisados foram comparados com valores encontrados na literatura e serviram como base para a determinação da proposta de um sistema de tratamento e reúso da água da lavanderia do HUL. Os resultados são mostrados nas figuras e quadros posteriores.

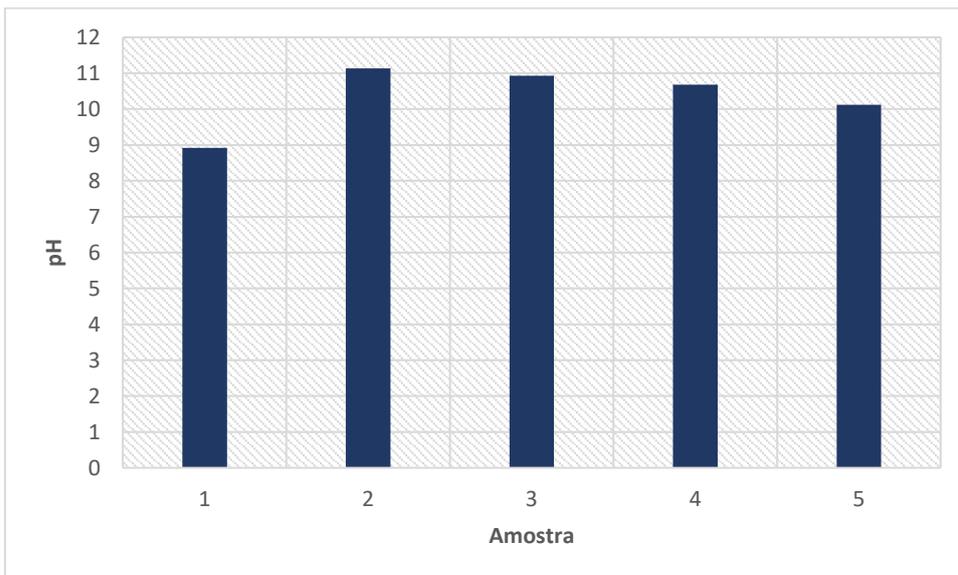
- pH e Condutividade elétrica

Os resultados de pH obtidos, variam em uma faixa de 6,30 – 11,39 (figuras 24, 25 e 26). Os menores valores encontrados são referentes à amostra do primeiro enxágue para os ciclos de sujidade leve e leve + cobertores, e ao terceiro enxágue no caso do ciclo de lavagem de sujidade pesada, uma vez que os dois primeiros enxágues foram descartados para este ciclo.



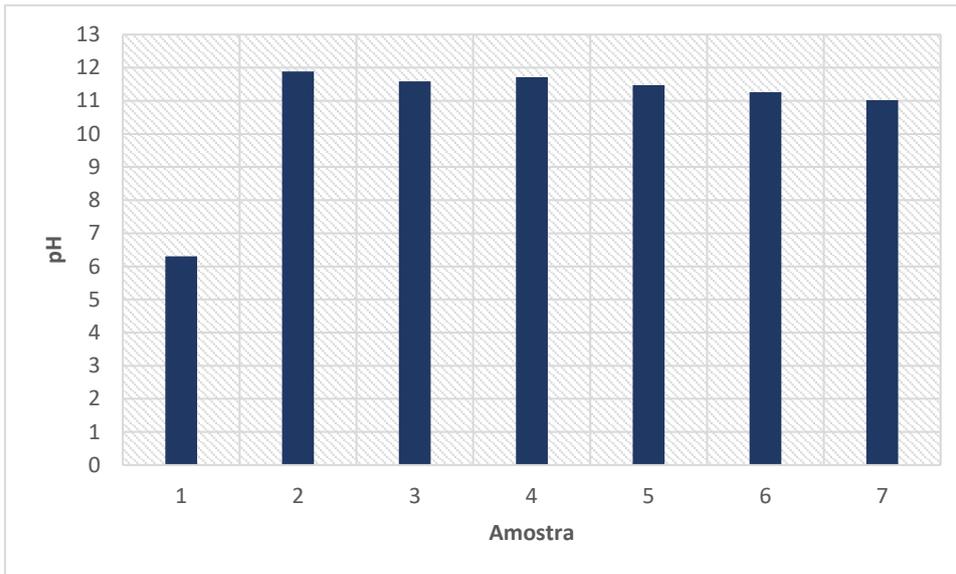
**Figura 24: Valores de pH para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

Fonte: Autor (2018).



**Figura 25: Valores de pH para roupas leves (ciclo 1).**

Fonte: Autor (2018).



**Figura 26: Valores de pH para roupas pesadas (ciclo 2).**

**Fonte: Autor (2018).**

Na primeira amostra coletada de cada ciclo, não houve a inserção de nenhum produto químico, como pode ser verificado nas figuras 24, 25 e 26 (Quadros 1, 2 e 3 – Apêndice). Dessa forma, o efluente gerado nesses enxágues possui apenas propriedades derivadas da própria sujidade das roupas, e devido a isso, apresenta os menores valores de pH dentre as amostras.

O segundo enxágue, para as amostras do ciclo 1, continha a presença dos agentes químicos detergente, reforço (detergente alcalino) e alvejante, levando a um aumento brusco no pH. Para o ciclo de sujidade pesada (ciclo 2), a amostra 2 representa o quarto enxágue, onde foram inseridos os agentes químicos detergente e reforço, também levando a um aumento brusco no pH.

Para as coletas do ciclo 1, as amostras de número 3 representam o terceiro enxágue, o qual foi realizado somente com água, sem a inserção de demais produtos químicos, ocasionando em uma leve diminuição nos valores de pH. No ciclo 2, a amostra 3 representa o quinto enxágue, também realizado somente com água, levando a uma pequena queda do pH.

As amostras de número 4, do ciclo 1, representam o quarto enxágue, também realizado somente com água, resultando em outra leve queda no pH. No ciclo 2, a amostra 4 representa o sexto enxágue, onde houve a inserção dos produtos químicos detergente, reforço e alvejante, ocasionando aumento no pH.

No quinto e último enxágue das coletas referentes ao ciclo 1, houve a inserção de agentes químicos acidulante e amaciante, onde o objetivo era neutralizar o

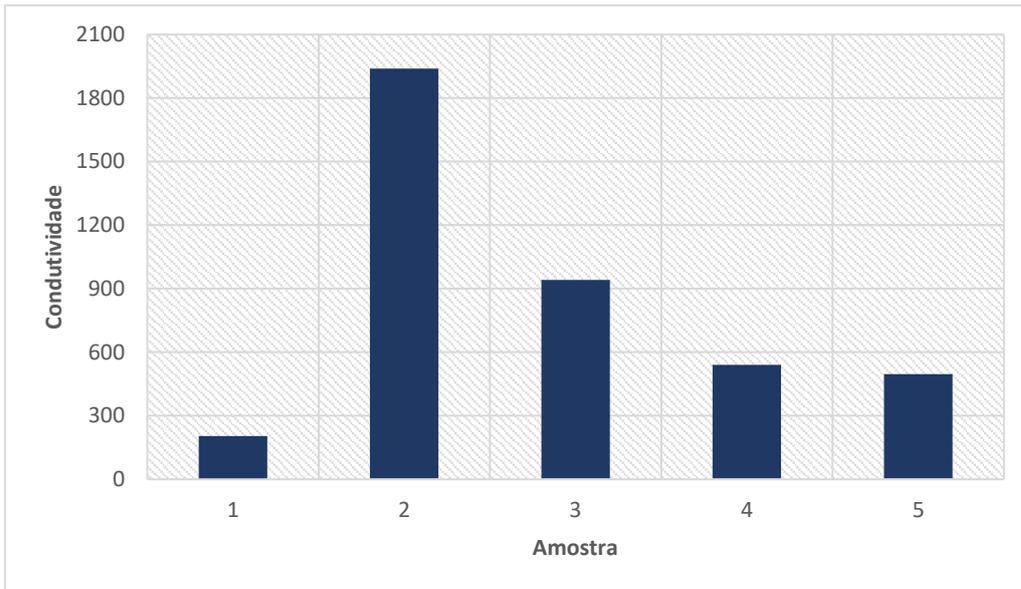
efluente, levando a uma queda significativa do pH, no entanto, pode-se perceber que o pH das amostras de número 5 em ambas as coletas do ciclo 1, não sofreram queda relevante do pH.

A amostra de número 5 do ciclo 2 representa o sétimo enxágue, realizado sem a inserção de agentes químicos, somente água, assim como a amostra 6 (oitavo enxágue), resultando em pequena queda nos valores de pH nas amostras 5 e 6.

O nono enxágue do ciclo 2, representado pela amostra 7, foi realizado com a inserção de agentes químicos acidulante e amaciante, onde, assim como no ciclo 1, a finalidade era neutralizar o efluente, diminuindo significativamente o valor do pH, entretanto, também no ciclo 2, percebe-se alteração quase nula do pH após a inserção dos agentes neutralizantes.

ZOTESSO *et al.* (2015), realizou experimento de tratamento de efluentes de lavanderia hospitalar no Hospital Universitário Regional de Maringá (HUM), e realizou amostragem de forma composta durante o processo de lavagem de roupas de sujidade pesada, a fim de se obter uma amostra que representasse o efluente em seu estado mais crítico. Nas duas coletas realizadas, encontrou valores de pH de 10,6, valor muito próximo aos valores encontrados no efluente final de ambos os ciclos realizados na lavanderia do HUL. Porém, deve-se ressaltar que é importante avaliar a qualidade de água em cada etapa de lavagem para verificar a possibilidade de tratamento individualizado e/ou reuso direto.

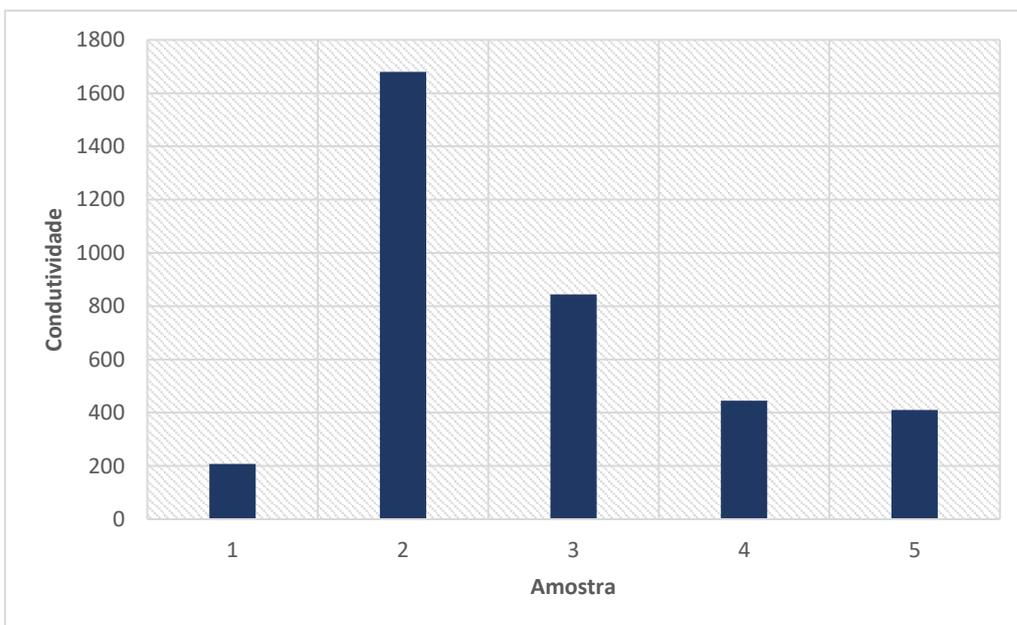
Com relação aos resultados obtidos de Condutividade Elétrica, por meio da análise das figuras 27, 28 e 29 (Quadros 1, 2 e 3 - Apêndice), é possível afirmar que os valores de condutividade acompanharam a tendência de aumento e diminuição do pH, ou seja, esse parâmetro também variou conforme a inserção de agentes químicos nas etapas de lavagem, sofrendo aumento e diminuição bruscos em ambos os ciclos analisados.



**Figura 27: Valores de condutividade para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

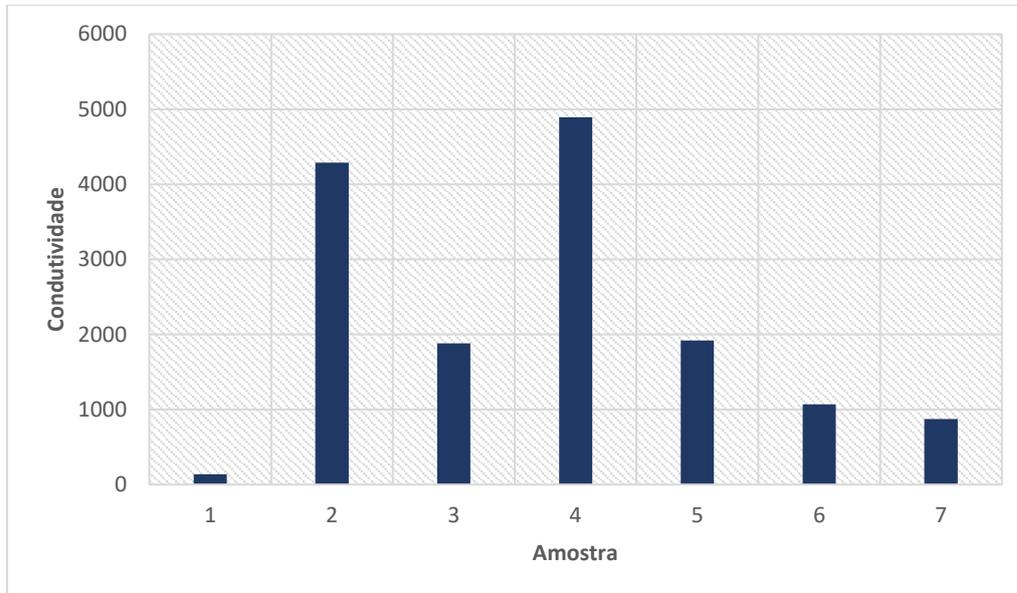
O maior valor registrado na coleta dos efluentes do ciclo de roupas leves + cobertores foi 1.937,1  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , na segunda etapa do ciclo, a qual recebeu detergente, reforço e alvejante, colaborando com o aumento da dispersão de íons na água. O menor valor registrado foi 203,6  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , na primeira etapa do ciclo, a qual foi realizada apenas com água.



**Figura 28: Valores de condutividade para roupas leves (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

O maior valor registrado na coleta dos efluentes do ciclo de roupas leves foi 1.680  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , também na segunda etapa do ciclo, a qual recebeu detergente, reforço e alvejante. O menor valor registrado foi 207,4  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , no primeiro enxágue, o qual foi realizado apenas com água.



**Figura 29: Valores de condutividade para roupas pesadas (ciclo 2).**

**Fonte: Autor (2018).**

O maior valor registrado na coleta dos efluentes do ciclo de roupas pesadas foi 4.890  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , no sexto enxágue do ciclo, o qual corresponde à quarta amostra coletada. Esse enxágue foi realizado com a inserção de detergente, reforço e alvejante. O menor valor registrado foi 137,3  $\mu\text{c}/\text{cm}$ , no primeiro enxágue, o qual foi realizado apenas com água.

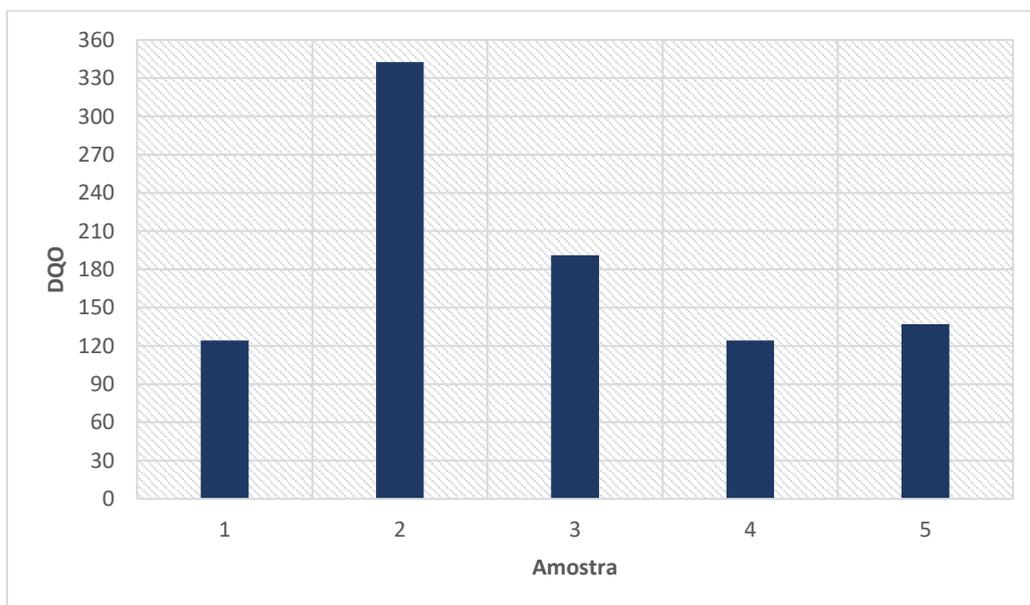
De acordo com o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (2006), a condutividade elétrica da água representa sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, principalmente inorgânicas, que se dissociam em cátions e ânions. Simplificadamente, a condutividade elétrica representa a concentração de íons, estando, portanto, associada à concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) e à salinidade.

A condutividade elétrica foi considerada alta para as etapas posteriores à primeira coleta de todos os ciclos em relação aos dados publicados por EMMANUEL et al (2009), onde o intervalo de 297-324  $\mu\text{S}/\text{cm}$  foi considerado característico da ocorrência de grande concentração de substância minerais.

- DQO

DQO é a quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico, sendo expressa em  $\text{mgO}_2\text{L}^{-1}$ . A DQO pode reduzir os níveis de oxigênio, afetando assim a sobrevivência dos organismos aquáticos (NOLLET, 2007).

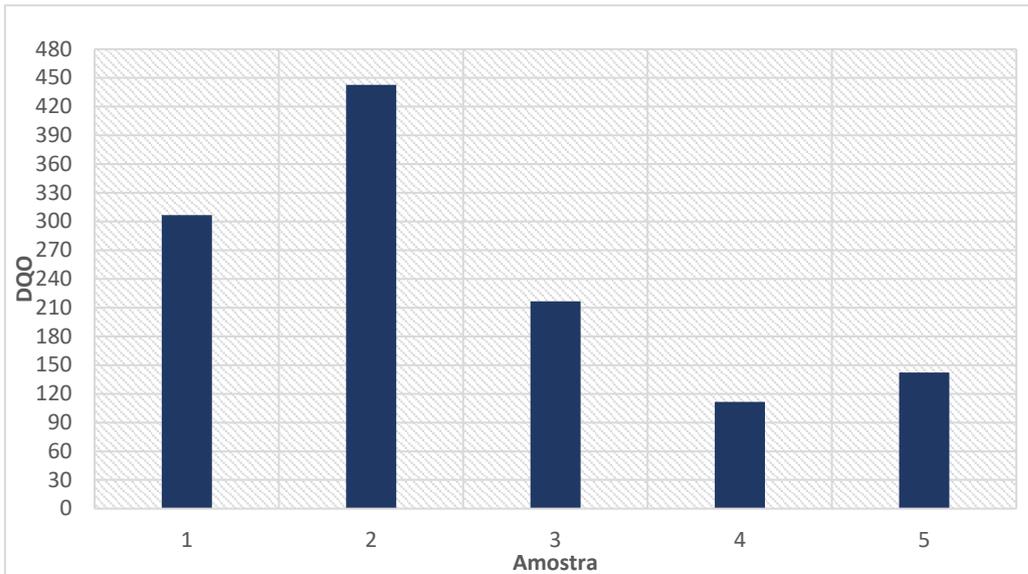
Como pode ser observado nas figuras 30, 31 e 32, os valores de DQO variaram em uma faixa de 111 a 501  $\text{mg/L}$ , sendo o menor valor registrado pertencente ao quarto enxágue da segunda coleta (roupas leves – ciclo 1), o que se apresenta como um resultado bastante adequado, uma vez que esta foi a terceira etapa do ciclo em que o enxoval foi lavado apenas com água. O maior valor registrado é referente ao sexto enxágue (etapa 4) do ciclo 2 (roupas pesadas), e também pode ser considerado coerente, uma vez que, além da maior carga orgânica presente no enxoval, é nesta etapa também, que o enxágue é realizado com a inserção de detergente, reforço e alvejante.



**Figura 30: Valores de DQO para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

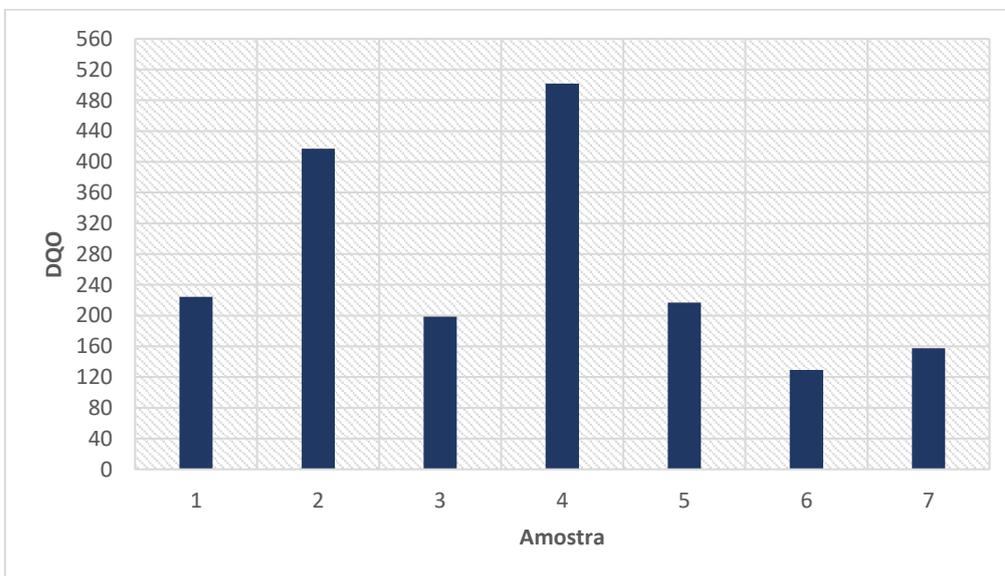
O maior valor de DQO para as amostras dos enxágues de roupas leves + cobertores foi 342  $\text{mg/L}$ , no segundo enxágue. O Primeiro e o quarto enxágue apresentaram o menor valor, 124  $\text{mg/L}$ .



**Figura 31: Valores de DQO para roupas leves (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

O maior valor de DQO para as amostras dos enxágues de roupas leves foi 442 mg/L, também no segundo enxágue. O quarto enxágue apresentou o menor valor, 111 mg/L.



**Figura 32: Valores de DQO para roupas pesadas (ciclo 2).**

**Fonte: Autor (2018).**

O maior valor de DQO para as amostras dos enxágues de roupas leves foi 501 mg/L, no sexto enxágue, etapa que corresponde à quarta coleta. O oitavo enxágue (sexta coleta do ciclo 2) apresentou o menor valor, 129 mg/L. Os valores de DQO, observados nas figuras 30, 31 e 32 (Quadros 4, 5 e 6 - Apêndice), mostraram-

se bastante coerentes de uma coleta para a outra, aumentando conforme havia a inserção de produtos químicos nas etapas de lavagem, tanto para as coletas do ciclo 1, como para a coleta do ciclo 2.

As amostras do ciclo 2 obtiveram maiores valores de DQO ao longo do ciclo devido à maior quantidade de carga orgânica presente no enxoval, que apresenta um desprendimento das roupas conforme inserção de produtos químicos.

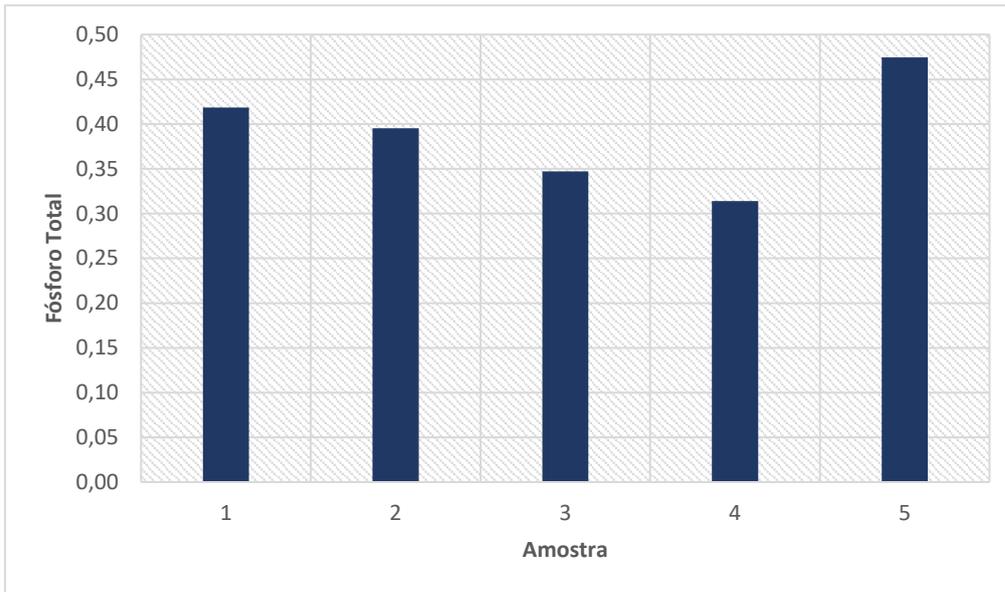
VON SPERLING (2009) cita que este parâmetro se relaciona com a concentração de oxigênio utilizado para consumir a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte. Neste parâmetro, VERLICCHI et al (2010) afirma que esgotos não tratados de unidades de saúde podem variar entre 170 e 500 mg de O<sub>2</sub>/L, dependendo da característica do efluente e tamanho da unidade de saúde. Já PAZ et al (2004), recomenda que este componente não deve ultrapassar 700 mg de O<sub>2</sub>/L. Os resultados encontrados neste estudo encontram-se condizentes com os estudos anteriormente publicados.

- Fósforo Total

O fósforo é introduzido no meio aquático em diferentes formas químicas, sendo suas formas solúveis mais frequentes, ortofosfato (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), metafosfato (ou polifosfato) e fosfato organicamente ligado. O fosfato é um constituinte comum de fertilizantes agrícolas, esterco, resíduos orgânicos em esgotos e efluentes industriais. O fósforo é um elemento essencial para a vida das plantas, mas quando em excesso na água, pode acelerar a eutrofização (isto é, promover uma redução no oxigênio dissolvido nos corpos d'água causada por um aumento de nutrientes minerais e orgânicos) de rios e lagos (FUNASA, 2014).

Alguns estudos realizados por KIST et al. (2006), KIST et al. (2008) e KERN et al. (2013) atestam que concentrações de fósforo previamente encontradas em efluentes provenientes de lavanderias hospitalares variam de 0,4 a 2,5 mg/L.

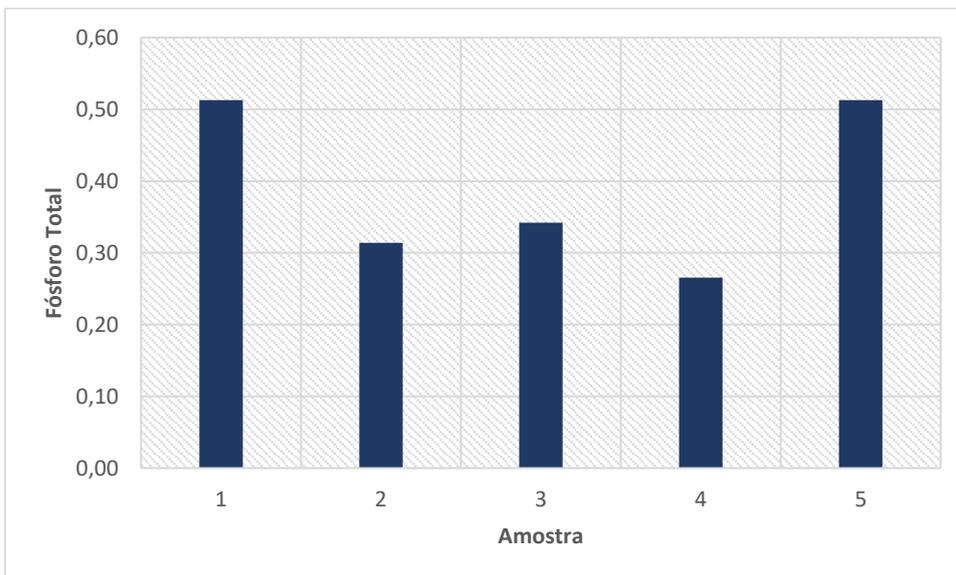
As figuras 33, 34 e 35 apresentam os valores de fósforo encontrados nas amostras coletadas dos ciclos 1 e 2 na lavanderia do HUL.



**Figura 33: Valores de Fósforo Total para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

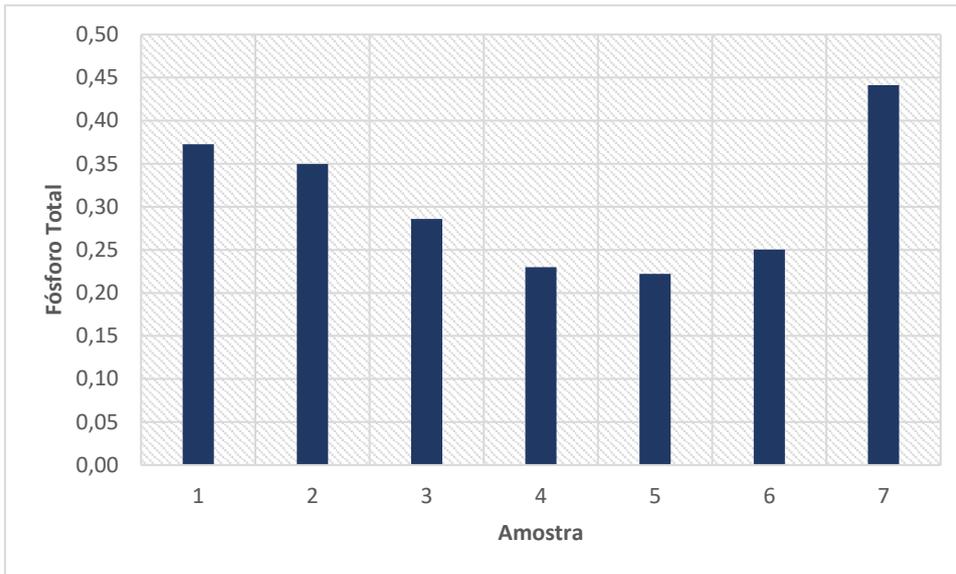
Os valores de fósforo para a lavagem de roupas leves + cobertores diminuíram até o quarto enxágue e aumentou no último enxágue. O menor valor registrado foi de 0,31 mg/L no quarto enxágue, o qual foi realizado somente com água, e o maior valor registrado foi de 0,47 mg/L.



**Figura 34: Valores de Fósforo Total para roupas leves (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

O menor valor de fósforo presente neste ciclo de lavagem de roupas leves foi de 0,27 mg/L e também foi registrado no quarto enxágue. O maior valor encontrado foi de 0,51 mg/L, no primeiro enxágue.



**Figura 35: Valores de Fósforo Total para roupas pesadas (ciclo 2).**

**Fonte: Autor (2018).**

Para o ciclo 2, o valor de fósforo diminuiu até a quinta amostra, que representa o sétimo enxágue, voltando a subir nos dois últimos enxágues. O menor valor registrado foi de 0,22 mg/L no sétimo enxágue do ciclo (quinta coleta do ciclo 2), e o maior valor foi de 0,44 mg/L, no último enxágue.

É possível verificar que os valores de fósforo encontrados neste estudo estão, em sua maioria, abaixo dos valores encontrados por KIST et al. (2006), KIST et al. (2008) e KERN et al. (2013). Os valores obtidos no presente estudo se apresentaram mais semelhantes com o encontrado por KIST et al. (2006), 0,4 mg/L, no entanto, não foi realizada neste trabalho, a caracterização do efluente combinado de todos os enxágues, tanto para o ciclo 1, quanto para o ciclo 2. Pode-se dizer que, os produtos químicos utilizados para a lavagem do enxoval do HUL não são ricos em fósforo, como pode ser verificado no quadro 26.

- Nitrogênio Total

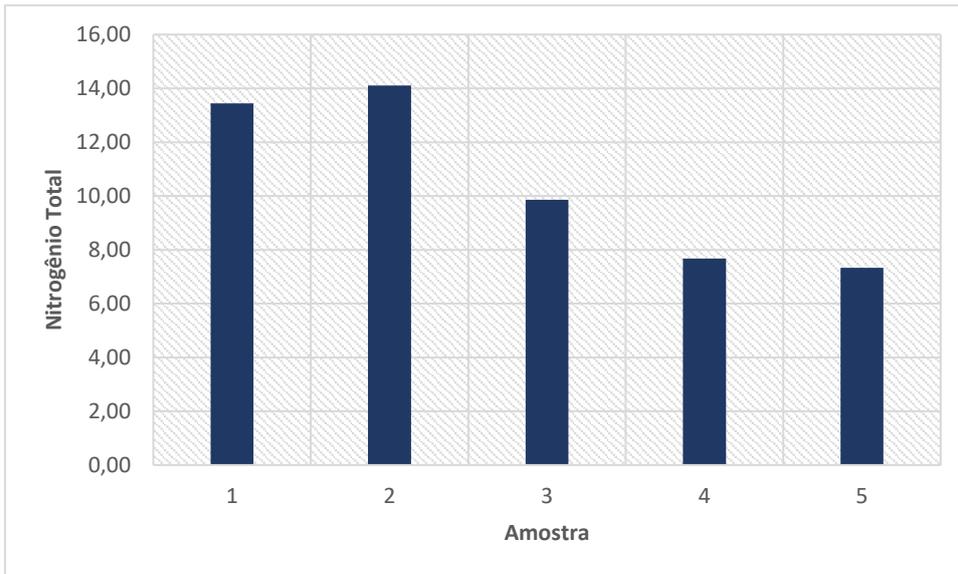
O nitrogênio é um elemento extremamente importante na síntese de proteínas pelas plantas e pode vir a ser um fator limitante na produção de alimentos. Entretanto, o nitrogênio, como todo nutriente, pode causar problemas de superprodução de algas nos corpos receptores de estações de tratamento que não forem capazes de retirar ou, ao menos, reduzir a quantidade desse elemento. Nos efluentes, o nitrogênio pode

aparecer de diversas formas, desde nitrogênio orgânico, amônia, até formas mais oxidadas como nitrito e nitrato (REED, 1972; PAGANINI, 1997).

Nos efluentes domésticos brutos, as formas predominantes são o nitrogênio orgânico e a amônia. O nitrogênio orgânico corresponde a grupamentos amina. A amônia tem sua principal origem na uréia, que é rapidamente hidrolisada e raramente encontrada no efluente doméstico bruto. Estes dois, conjuntamente, são determinados em laboratório pelo método Kjeldahl, constituindo o assim denominado Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK). A maior parte do NTK no efluente doméstico tem origem fisiológica. Segundo Eriksson et al., 2002, as concentrações de nitrogênio total na água cinza são mais baixas do que no efluente doméstico convencional.

VERLICCHI et al. (2010) realizou extensa revisão bibliográfica abordando as características de efluentes de hospitais de diferentes tamanhos e países, e reportou um valor médio típico de nitrogênio em macropoluentes em efluentes hospitalares de 4 mg/L. MACHADO et al. (2012) realizou a caracterização do efluente bruto de uma lavanderia hospitalar localizada no Vale do Rio Pardo, onde as amostras foram coletadas diretamente na área de saída do efluente de uma das máquinas de lavar. As coletas foram diferenciadas em enxágue composto, pré-lavagem, lavagem, amaciamento e amostra composta. A coleta foi realizada em triplicata, e os valores médios de nitrogênio total para cada etapa correspondem, respectivamente, a: 12,1 mg/L, 9,23 mg/L, 3,13 mg/L, 1,1 mg/L e 6,6 mg/L.

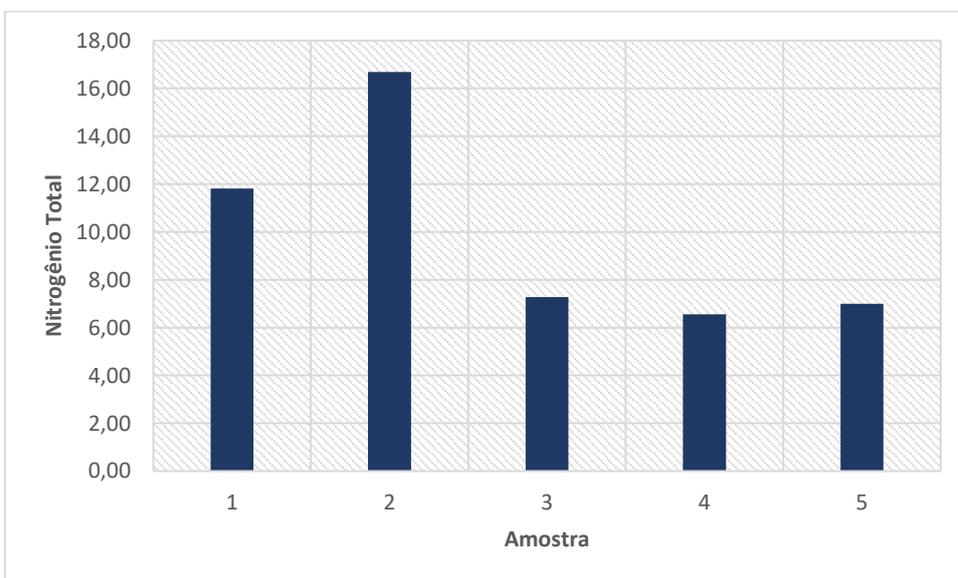
As figuras 36, 37 e 38 mostram os valores de nitrogênio total encontrados neste estudo para os ciclos de lavagem efetuados na lavanderia do HUL.



**Figura 36: Valores de Nitrogênio Total para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

Os valor de nitrogênio para a lavagem de roupas leves + cobertores sofreu aumento do primeiro para o segundo enxágue, e diminuiu nos enxágues posteriores. O menor valor registrado foi de 7,34 mg/L, no último enxágue, e o maior valor foi de 14,11 mg/L, no segundo enxágue.

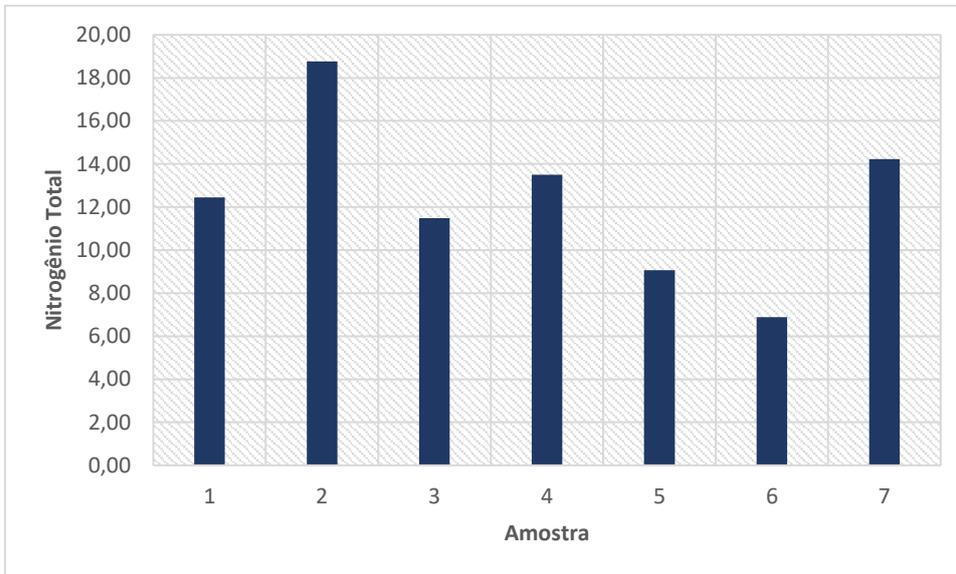


**Figura 37: Valores de Nitrogênio Total para roupas leves (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

Para a lavagem de roupas leves, o valor de nitrogênio também aumentou do primeiro para o segundo enxágue e apresentou aumento do quarto para o último enxágue. Esses valores se mostram mais coerentes quando comparados com a lavagem de roupas leves + cobertores, uma vez que o ciclo de lavagem recebeu a

inserção de produtos químicos tanto no segundo quanto no último enxágue, fato que fornece uma boa resposta para o aumento nos valores de nitrogênio. O menor valor registrado foi de 6,55 mg/L, no quarto enxágue, e o maior valor foi de 16,62 mg/L, no segundo enxágue.



**Figura 38: Valores de Nitrogênio Total para roupas pesadas (ciclo 2).**

**Fonte: Autor (2018).**

Os valores de nitrogênio para o ciclo 2 (roupas pesadas), também se mostraram coerentes, uma vez que houve aumento somente nos enxágues que receberam a inserção de produtos químicos. O menor valor registrado foi de 6,89 mg/L, no oitavo enxágue (sexta coleta do ciclo), e o maior valor foi de 18,76 mg/L, no quarto enxágue (segunda coleta do ciclo).

- **Série de Sólidos**

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis).

Nos estudos de controle de poluição das águas naturais e principalmente nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as

determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho (sólidos em suspensão e dissolvidos) e com relação à natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos).

O processo de lavagem em lavanderias desprende fibras de tecidos, de tamanhos variados desde trapos até fibras visíveis somente ao microscópio (WOLLNER et al., 1954). Desta forma, o efluente gerado apresenta carga orgânica, coloração, uma baixa tensão superficial e uma quantidade significativa de sólidos suspensos.

De acordo com o quadro 27, pode-se perceber que tanto para a análise de sólidos totais quanto para a de sólidos totais voláteis, os valores apresentaram aumento do primeiro para o segundo enxágue, provavelmente devido à inserção de produtos químicos que favoreceram a liberação de sólidos das roupas leves + cobertores. Após o segundo enxágue, nem o terceiro e nem o quarto enxágue receberam produtos químicos, o que pode ter causado a diminuição nos valores de sólidos totais e sólidos totais voláteis. No último enxágue, com a inserção de acidulante e amaciante, os valores sofreram um pequeno aumento.

<b>Amostra</b>	<b>Sólidos Totais (mg/L)</b>	<b>Sólidos Totais Fixos (mg/L)</b>	<b>Sólidos Totais Voláteis (mg/L)</b>
<b>1</b>	220	44	176
<b>2</b>	734	366	368
<b>3</b>	444	140	304
<b>4</b>	280	88	192
<b>5</b>	320	130	190

**Quadro 27: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

O quadro 28 mostra os resultados, em mg/L de sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis para roupas leves + cobertores. Pode-se perceber que os valores se mostraram mais inconstantes em relação aos sólidos totais e totais voláteis. Do primeiro para o segundo enxágue, houve um aumento no valor de sólidos suspensos, também provavelmente ocasionado devido à inserção de produtos químicos que colaboraram com a liberação dos sólidos das roupas. Do segundo para o terceiro enxágue, houve pequena queda, e o valor permaneceu praticamente constante, não voltando a aumentar no último enxágue,

diferentemente dos sólidos totais e totais voláteis. Os sólidos suspensos fixos só apresentaram valor no primeiro enxágue devido provavelmente ao desprendimento na lavagem.

<b>Amostra</b>	<b>Sólidos Suspensos Totais (mg/L)</b>	<b>Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)</b>	<b>Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)</b>
<b>1</b>	26	4	22
<b>2</b>	30	0	30
<b>3</b>	22	0	22
<b>4</b>	22	0	22
<b>5</b>	20	0	20

**Quadro 28: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

O quadro 29 mostra os valores de sólidos dissolvidos totais para as amostras da lavagem de roupas leves + cobertores. Verifica-se que o menor valor encontrado foi de 194 mg/L, no primeiro enxágue e o maior valor foi de 704 mg/L no segundo enxágue.

<b>Amostra</b>	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)</b>
<b>1</b>	194
<b>2</b>	704
<b>3</b>	422
<b>4</b>	258
<b>5</b>	300

**Quadro 29: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves + cobertores (ciclo 1).**

**Fonte: Autor (2018).**

De acordo com o quadro 30, também é possível observar que tanto para a análise de sólidos totais quanto para a de sólidos totais voláteis nas amostras do ciclo de lavagem de roupas leves, os valores apresentaram aumento do primeiro para o segundo enxágue, devido à inserção de produtos químicos que favoreceram a liberação de sólidos das roupas leves. Após o segundo enxágue, nem o terceiro e nem o quarto enxágue receberam produtos químicos, o que pode ter causado a diminuição nos valores de sólidos totais e sólidos totais voláteis. No último enxágue, com a inserção de acidulante e amaciante, os valores sofreram um pequeno aumento.

Amostra	Sólidos Totais (mg/L)	Sólidos Totais Fixos (mg/L)	Sólidos Totais Voláteis (mg/L)
1	220	112	108
2	748	600	148
3	355	265	90
4	260	130	130
5	270	210	60

**Quadro 30: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas leves (ciclo 1).**

Fonte: Autor (2018).

O quadro 31 mostra os resultados, em mg/L de sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis para roupas leves. Pode-se perceber que os valores se mostraram mais constantes quando comparados aos resultados encontrados para a lavagem de roupas leves + cobertores. Do primeiro para o segundo enxágue, houve uma diminuição no valor de sólidos suspensos totais, e o mesmo ocorreu do segundo para o terceiro enxágue e do terceiro para o quarto enxágue. Do quarto para o quinto enxágue, houve um aumento no valor de sólidos suspensos totais. Os sólidos suspensos voláteis seguiram o mesmo padrão.

Amostra	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)
1	38	4	34
2	26	0	26
3	20	0	20
4	14	0	14
5	24	0	24

**Quadro 31: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas leves (ciclo 1).**

Fonte: Autor (2018).

O quadro 32 mostra os valores de sólidos dissolvidos totais para as amostras da lavagem de roupas leves. Verifica-se que o menor valor encontrado foi de 182 mg/L, no primeiro enxágue e o maior valor foi de 722 mg/L no segundo enxágue.

<b>Amostra</b>	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)</b>
1	182
2	722
3	335
4	246
5	246

**Quadro 32: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves (ciclo 1).**

Fonte: Autor (2018).

O quadro 33 mostra os resultados, em mg/L de sólidos totais, sólidos totais fixos e sólidos totais voláteis para roupas pesadas. Percebe-se que os maiores valores registrados foram obtidos no quarto, sexto e sétimo enxágues (segunda, quarta e quinta amostras do ciclo 2).

<b>Amostra</b>	<b>Sólidos Totais (mg/L)</b>	<b>Sólidos Totais Fixos (mg/L)</b>	<b>Sólidos Totais Voláteis (mg/L)</b>
1	265	140	125
2	1.445	1.128	317
3	807	548	260
4	1.817	1.430	388
5	885	625	260
6	520	373	147
7	522	410	112

**Quadro 33: Valores de sólidos totais, totais fixos e totais voláteis para roupas pesadas (ciclo 2).**

Fonte: Autor (2018).

O quadro 34 mostra os resultados, em mg/L de sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis para roupas pesadas. Nota-se que os maiores valores registrados foram obtidos no quarto, quinto e sétimo enxágues (segunda, terceira e quinta amostras do ciclo 2). Os sólidos suspensos fixos só apresentaram valor no primeiro enxágue.

Amostra	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	Sólidos Suspensos Voláteis
1	28	0	28
2	50	0	50
3	55	0	55
4	38	0	38
5	40	0	40
6	28	0	28
7	32	0	32

**Quadro 34: Valores de sólidos suspensos totais, suspensos fixos e suspensos voláteis para roupas pesadas (ciclo 2).**

Fonte: Autor (2018).

O quadro 35 mostra os valores de sólidos dissolvidos totais para as amostras da lavagem de roupas pesadas. Verifica-se que o menor valor encontrado foi de 238 mg/L, no terceiro enxágue (primeira coleta do ciclo 2) e o maior valor foi de 1.780 mg/L no sexto enxágue (quarta coleta do ciclo 2).

Amostra	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)
1	238
2	1.395
3	752
4	1.780
5	845
6	493
7	490

**Quadro 35: Valores de sólidos dissolvidos para roupas leves (ciclo 2).**

Fonte: Autor (2018).

- Tratamento de efluentes oriundos de lavanderias

Algumas das tecnologias avaliadas para o tratamento de efluentes provenientes de lavanderias são: oxidação eletroquímica (GE et al., 2004), ultrafiltração (ŞOSTARTURK et al., 2005); adsorção em carvão ativado (MATSUO e NISHI, 2000) e reator anaeróbio de leito fluidizado (BRAGA et al., 2015). O sistema de tratabilidade via coagulação/floculação/flotação por ar dissolvido (FAD) também pode ser aplicado ao tratamento de efluentes do setor de lavanderia (TEIXEIRA, 2003).

O tratamento via coagulação/floculação/FAD consiste na aplicação de produtos químicos que promovem a desestabilização química de partículas coloidais presentes no efluente, tal mecanismo é denominado coagulação. Estes desestabilizantes podem ser à base de sais de ferro ou de alumínio, polímeros orgânicos e sintéticos. A etapa de floculação visa promover a agregação dos flocos formados durante a desestabilização das partículas coloidais, de modo a promover a separação destes da fase líquida pela injeção de ar saturado no sistema, estas partículas sobem à superfície e são removidas por uma operação de raspagem superficial (METCALF e EDDY, 2003). Dentre os desestabilizantes estão os coagulantes à base de taninos e de policloreto de alumínio (PAC).

Outro sistema que pode ser aplicado ao tratamento do efluente em questão é a filtração em meio granular sob pressão. Este sistema pode ser aplicado como tratamento terciário de águas residuárias, visando o polimento para remoção e degradação dos compostos residuais (MELO, 2014). Ou ainda ser aplicado como tratamento secundário, podendo ou não ser precedido de um sistema de coagulação/floculação para aumentar a eficiência na retenção dos sólidos em suspensão e de outros parâmetros.

### 5.2.3 Aproveitamento de águas pluviais

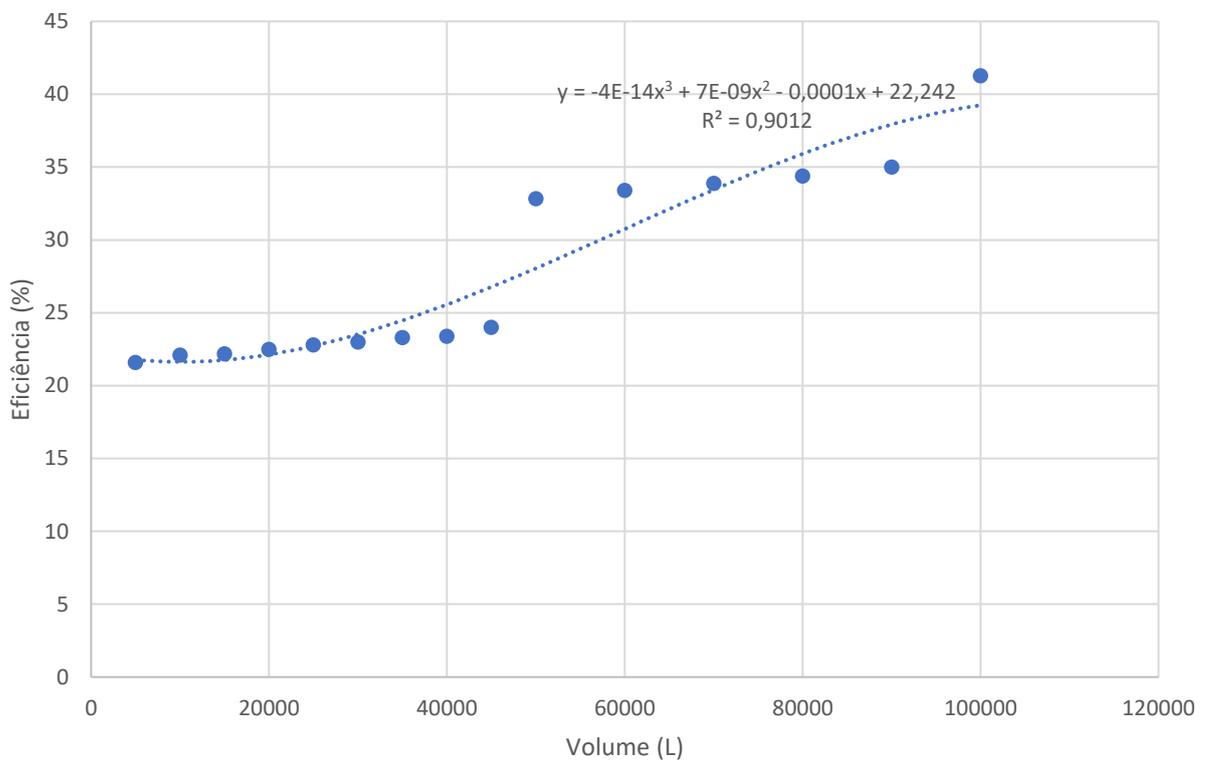
A utilização de água pluvial em sistemas prediais de serviços é uma solução que vem sendo muito utilizada no Brasil, devido as características de pluviosidade do país. Este fato tem sido mais intenso conforme a característica de uso da edificação, ou seja, em locais que podem ser classificados como grandes consumidores de água de qualidade não potável, existe uma utilização e implementação intensiva de sistemas auxiliares de fornecimento de água baseados no aproveitamento pluvial.

Porém, o grande problema da utilização destes sistemas é a forma de análise e dimensionamento do reservatório de reservação. Vários métodos de dimensionamento desconsideram o consumo como variável e outras consideram chuvas médias mensais ou anuais, o que distorce e acarreta erros no funcionamento ou diminui a análise de eficiência do sistema de água pluvial.

Assim, o método de dimensionamento utilizado para análise geral do HU de Londrina foi o método da simulação. Este método permite a análise por simulação do consumo e oferta de água baseado em dados históricos de precipitação.

A área aproximada da unidade central de blocos do HU foi de 12.700 metros quadrados visando a captação de água pluvial. Os dados de precipitação diária utilizados foram da estação 2550000 originadas o programa Hidroweb. A demanda de água considerada para a simulação foi de aproximadamente 45 metros cúbicos por dia para descarga dos vasos sanitários.

O resultado da eficiência pelo volume do reservatório é apresentado na Figura 39.



**Figura 39: Simulação de eficiência x volume para o reservatório de captação de água de chuva.**

**Fonte: Autor (2018).**

A eficiência obtida do reservatório pode ser considerada relativamente baixa, pois faz-se necessário a construção de reservação de aproximadamente 100 metros cúbicos para um fornecimento de 41% da água para descarga nos vasos sanitários. Outra possibilidade seria utilizar um volume de reservação de 45 metros cúbicos para uma eficiência de 24%. O que aparentemente é mais condizente em termos da relação volume e eficiência. Desta forma, o uso de água pluvial representa apenas uma parte da demanda a ser suprida como fonte alternativa a da Consecionária de Água

(SANEPAR). Para a solução do HU seria necessária outra fonte de água ou uma complementação visando minimizar os custos e gastos com o consumo de água.

## 6. ANÁLISE E AÇÕES PARA A GESTÃO DE ÁGUA

- Substituição de equipamentos

Os principais pontos passíveis de redução do consumo de água por meio de substituição de equipamentos no HUL consideram os seguintes aspectos:

- dentro de um ambiente, a substituição, e conseqüentemente a análise, foram separadas por tipologia de equipamento;
- foi considerada a troca de todos os equipamentos similares dentro de um mesmo ambiente, para que o equipamento economizador não seja evitado pelos usuários que prefiram a tecnologia convencional;
- será considerada a troca em ambientes equivalentes, como por exemplo, a substituição prevista no vestiário feminino será também efetuada no vestiário masculino.

Os equipamentos passíveis de substituições são:

- Chuveiros

Foi observada uma utilização intensa dos chuveiros no Pronto Socorro e nas Unidades feminina e masculina. Sugere-se a instalação de registro de acionamento automático para os chuveiros presentes nos banheiros nestes departamentos.

- Bacias sanitárias

Observou-se que do total de bacias sanitárias, 120 são do tipo válvula de descarga, e apenas 11 são do tipo caixa acoplada. Desta forma, recomenda-se a troca de parte ou da totalidade de equipamentos a fim de se reduzir o desperdício gerado pela utilização de válvulas de descarga.

- Lavatórios

A média de uso das torneiras dos lavatórios é relativamente alta nos locais de acesso público, no pronto socorro e nos vestiários e banheiros de funcionários. Como alternativas passíveis de serem utilizadas, sugere-se a troca de torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático.

#### - Pias de cozinha

O desperdício observado deve-se principalmente ao mau uso no ambiente da cozinha. Foi observado um grande desperdício diário de água em virtude dos hábitos dos funcionários de trabalhar com as torneiras constantemente ligadas. Assim como nos outros setores, o uso racional da água depende muito mais dos procedimentos dos usuários do que dos equipamentos. Sugere-se, no entanto, substituição das torneiras de pia sem arejadores por torneiras de pia com acionamento por pedal.

- Setorização do consumo

A medição é uma ferramenta de gestão que, uma vez estabelecida, permite monitorar o comportamento dessa grandeza ao longo da vida útil da edificação. As medições podem ser feitas de diversas maneiras, desde a simples compilação dos volumes registrados pelos hidrômetros dos cavaletes de entrada de água da edificação, até a monitoração com equipamentos eletrônicos. A adoção de um sistema de medição setorizada do consumo de água traz como principal benefício o controle do consumo, possibilitando também a pronta localização de vazamentos.

Segundo Silva (2003) et al, a setorização do consumo tem como principal objetivo a obtenção de dados para possibilitar a gestão da demanda de água. Quanto mais detalhado o sistema de medição estabelecido, melhor a qualidade dos dados obtidos.

Desta forma, o acompanhamento da solicitação de água nos diferentes setores permite o conhecimento dos patamares de consumo do sistema e qualquer alteração em relação aos índices habituais pode resultar em uma intervenção corretiva tão logo o problema seja detectado (SAUTCHÚK, 2004).

A partir do levantamento de campo realizado, sugere-se a instalação de um sistema de medição individualizada do consumo com base no uso de água em cada setor identificado como potencial consumidor, utilizando as tubulações de água já existentes. O sistema consiste na instalação de um hidrômetro na lavanderia e outro na cozinha do HUL.

- Captação direta de águas subterrâneas

Por meio do estudo realizado, foi possível aferir que o Hospital Universitário de Londrina possui o potencial necessário para a instalação de poço para captação direta de águas subterrâneas. Como mostrado na seção 5.2.1, o HUL está localizado em uma região estratégica para a perfuração do poço e a média de consumo de água diária do hospital (quadro 4) pode ser suprida com a perfuração de apenas um poço no Sistema Aquífero Serra Geral. Além disso, a viabilidade econômica do projeto é vantajosa, uma vez que a conta de água do HUL se mostra muito elevada (quadro 4). Dessa forma, recomenda-se a contratação de empresa especializada para a instalação de poço para captação direta de aquífero no Hospital Universitário de Londrina.

- Reúso de água da lavanderia

Por meio das análises físico-químicas realizadas, foi possível aferir que para todos os ciclos de lavagem realizados na lavanderia (leves, pesadas e super pesadas), é possível fazer reúso direto dos três últimos enxágues, incorporando-os nos enxágues iniciais de cada ciclo. Isso acarretaria em uma economia de água de 14% para o ciclo de roupas leves, 22% para o ciclo de roupas pesadas e 36% para o ciclo de roupas pesadas. Para a separação dos três últimos enxágues de cada ciclo pode ser realizado pela instalação de válvula solenóide e reservatório. Deve-se ressaltar que a água não deve permanecer em inércia no reservatório por mais de 24 horas. No sistema de reservação dos enxágues deve ser inserido Hipoclorito de Sódio com Residual de Cloro de 2 mg/L.

Para tratamento e reúso dos efluentes da lavanderia, recomenda-se a utilização de sistemas de membrana de ultrafiltração e nanofiltração ou osmose reversa devido ao baixo teor de sólidos suspensos presente nos efluentes.

- Aproveitamento de águas pluviais

Como apresentado na seção 5.2.3, a eficiência obtida do reservatório foi considerada baixa quando utilizada a área de cobertura total do Hospital Universitário de Londrina, o que representaria apenas uma parte da demanda a ser suprida como

fonte alternativa à da Consecionária de Água (SANEPAR). Dessa forma, recomenda-se um estudo considerando as áreas de cobertura de cada bloco separadamente no HUL.

## 7. CONCLUSÕES

Por meio da realização desse estudo, foi possível apresentar as conclusões:

- O Hospital Universitário de Londrina apresenta setores específicos, como o Hospital escola, em operação em concomitância com a funções prioritárias de outros hospitais, o que dificulta uma comparação do consumo de água apenas pela análise relacional do número de leitos. Desta forma, faz-se necessário a necessidade de medição e controle do consumo de água por setor visando possibilitar ações de miniização de consumo de água específicas e pontuais;
- A inserção de alguns equipamentos hidráulicos e acessórios, como arejador em torneiras, permite uma diminuição do consumo de água do HUL. Porém, estas ações de minimização do consumo foram detectadas em uma parcela pequena do HUL;
- A captação de água de chuva apresentou uma eficiência relativamente pequena na análise geral do consumo devido ao grande porte do empreendimento. Porém, devido a falta de medição individualizada, o uso de água pluvial pode ser interessante em pontos específicos, como exemplo na Lavanderia;
- O consumo de água na lavanderia é responsável por uma parte considerável do consumo total do HUL. Assim, seria o reúso de água ou uso de outra fonte de água seria uma opção adequada para minimizar o consumo de água e diminuir os custos advindos desta atividade. No processo existem ciclos a quente que aumentam a possibilidade de reúso para atingir a qualidade de água necessária para a lavagem das roupas, no entanto, maiores estudos devem ser realizados nesse sentido;
- A alternativa mais viável para a promoção da economia financeira quanto ao consumo de água no HUL seria a perfuração de um poço para captação direta de águas subterrâneas, uma vez que o Hospital se encontra num local estratégico para este fim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, S.; CAUGHLEY, B.; DOUWES, J. The microbiological quality of roof collected rainwater of private dwellings in New Zealand. **International Rainwater Catchment Systems Association**, 2007. Acesso em: Março/2018.

ABDULLA, F. A., AL SHAREEF, A. W. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. *Jordan*. **Desalination** 243, 195–207, 2009.

ABDULLAEV, I., KAZBEKOV, J., MANTHRITILAKE, H., JUMABOEV, K. (2009). Participatory water management at the main canal: A case from South Ferghana canal in Uzbekistan. **Agricultural Water Management**, 96(2), 317–329.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844 – **Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

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.

AHMAD, J.; EL-DESSOUKY, H. Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry wastewater. **Resource, Conservation and Recycling**. n.52, p.973-978. 2008.

ALCAMO, J., FLORKE, M., MARKER, M., 2007. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes. **Hydrolog. Sci. J.** 52 (2), 247–275.

ALEXANDRATOS, N., BRUINSMA, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA working paper No. 12-03. **FAO Agricultural Development Economics Division**.

ALLAN, J. A.. Water in the environment/socio-economic development discourse: Sustainability, changing management paradigms and policy responses in a global system. **Government and Opposition**, 40(2), 181–199, 2005.

ALLAN, J.A., 1993. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydropolitical futures would be impossible. **Priorities for water resources allocation and management**. ODA, London, pp. 13–26.

AMOS, C.C., RAHMAN, A., GATHENYA, J.M. Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban environments: a review of the global situation with a special focus on Australia and Kenya. **Water** 8 (4), 149. 2016.

ANA/FIESP/SindusCon-SP. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo, Brasil. 2005. Disponível em:  
<http://www.cgu.unicamp.br/ggus/agua/docs/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>

ANTONELLI, M., ROSON, R., SARTORI, M., 2012. Systemic input-output computation of green and blue virtual water flows with an illustration for the Mediterranean region. **Water Resour. Manag.** 26 (14), 4133–4146.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for examination of water and wastewater.** 22nd Ed. Washington: American Public Health Association. 1360p. 2012.

ARFANUZZAMAN, MD., RAHMAN, A. ATIQ. Sustainable water demand management in the face of rapid urbanization and ground water depletion for social–ecological resilience building. **Global Ecology and Conservation** 10, 9–22. 2017.

BAKKER, K., 2012. Water security: research challenges and opportunities. **Science** 337 (6097), 914–915.

BERENHAUSER, Carlos José Botelho e PULICI, Clóvis. **Previsão de Consumo de Água por Tipo de Ocupação do Imóvel**, 20 a 25 de novembro de 1983 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Balneário de Camboriú, Santa Catarina. Camboriu: ABES, 1983.

BRADFORD-HARTKE Z, LANE J, LANT P, LESLIE G: Environmental benefits and burdens of phosphorus recovery from municipal wastewater. **Environ Sci Technol** 2015, 49:8611–8622.

BRAGA, J. K.; MOTTERAN, F.; MACEDO, T. Z.; et al. Biodegradation of linear alkylbenzene sulfonate in commercial laundry wastewater by anaerobic fluidized bed reactor. **Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering.** 50, p.946-957. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução no 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário oficial [da União], Brasília, DF, 16 mai. 2011. p. 89.

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, 2009. Information available at <<http://www.breeam.org>>.

CAMPISANO, A., LUPIA, F. A dimensionless approach for the urban-scale evaluation of domestic rainwater harvesting systems for toilet flushing and garden irrigation. **Urban Water J.** 1 e 9. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2017.1279192>.

CARDOSO, M.P. Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva Em Zonas Urbanas: Estudo De Caso No Município De Belo Horizonte – MG. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte 2009.

CELLIGOI, A. **Recursos hídricos subterrâneos da Formação Serra Geral em Londrina – PR.** 83 p. Dissertação de mestrado – Instituto e Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CELLIGOI, A; DUARTE, U. (1994) **Critérios hidrogeológicos na locação de poços tubulares em rochas basálticas da Formação Serra Geral.** In: Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, 8., 1994. Salvador. Anais..., Salvador: ABAS.

CELLIGOI, A; VIANNA, T. R. **Análise das reservas de água subterrânea do aquífero Serra Geral em Londrina: Recarga e Consumo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII., 2002. Florianópolis. Revista Águas Subterrâneas. São Paulo, 2002. Disponível em: <  
<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22693>>

CHEN, L., WANG, L., WU, X., DING, X. A process-level water conservation and pollution control performance evaluation tool of cleaner production technology in textile industry. **Journal of Cleaner Production** 143, 1137 – 1143. 2017.

CIABATTI, I., CESARO, F., FARALLI, L., FATARELLA, E., TOGNOTTI, F., 2009. Demonstration of a treatment system for purification and reuse of laundry wastewater. **Desalination** 245, 451e459.

CLG, 2008. Greener Homes for the Future. Communities and Local Government. London, UK.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Noções básicas sobre poços tubulares.** 1998. Disponível em:  
[https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas\\_publicacoes/Nocoas\\_Basicas\\_Pocos\\_Tubulares.pdf](https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/Nocoas_Basicas_Pocos_Tubulares.pdf)

DOMÈNECH, L., SAURÍ, D. A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multifamily buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. Bellaterra, Spain. **J. Clean. Prod.** 19, 598-608, 2011.

DUARTE, R., YANG, H., 2011. Input-output and water - introduction to the special issue. **Econ. Syst. Res.** 23 (4), 341–351.

EL SAYED, M., MAHGOUB, M., VAN DER STEEN, N.P., ABU ZEID, K., VAIRAVAMOORTHY, K. Towards sustainability in urban water: a life cycle analysis of the urban water system of Alexandria City. Egypt. **J. Clean. Prod.** 18, 1100 -1106, 2011.

EMMANUEL E., PIERRE M.G., PERRODIN Y., Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: health risk assessment for drinking water consumers, **Environ. Int.** 35 (2009) 718–726.

ERCIN, A., HOEKSTRA, A., 2012. Water footprint scenario for 2050 - a global analysis and case study for Europe. **Environ. Int.** 64, 71–82.

FAO, 2012. Coping with Water Scarcity: An Action Framework for Agriculture and Food Security. **FAO Water Reports No. 38**. FAO, Rome.

FEWKES, A. A review of rainwater harvesting in the UK. **Structural Survey**, v. 30, p. 174-194, 2012.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Orientações para a utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. 2005. Disponível em: <http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>

FOLTZ, R. C. (2002). Iran's water crisis: Cultural, political, and ethical dimensions. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, 15(4), 357–380.

FRANCEYS, R.W.A., GERLACH, E., 2011. Consumer involvement in water services regulation. **Util. Policy** 19, 61e70.

FRANGIPANI, M. Guias práticos: técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água. Brasília: SNSA, 2007. 5 v. Conteúdo: v. 1. Macromedição. ISBN 978-85-60133-57-4.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Brasília – DF. 2014. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualcont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)

GAUTAM, A.K., KUMAR S., SABUMON P.C., Preliminary study of physico-chemical treatment options for hospital wastewater, **J. Environ. Manag.** 83 (2007) 298– 306.

GBC BRAZIL Green Building Council – Brazil. Information available at <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=world&M=3&O=1>>. Accessed in March 2012.

GE, J.; QU, J.; LEI, P.; et al. New bipolar electrocoagulation-electroflotation process for the treatment of laundry wastewater. **Separation Purification Technology**.36, p.33-39. 2004.

GHISI, E. Parameters influencing the sizing of rainwater tanks for use in houses. **Water Resour Manage**, v. 24, p. 2381–2403, 2010.

GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. Florianópolis, Brazil. **Building and Environment** 41, 1544–1550, 2006.

GIACCHINI, M., FILHO, A. G. A. **Utilização da água de chuva nas edificações industriais**. Ponta Grossa, Brazil. 2008. Disponível em:

[http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng\\_civil/28%20UTILIZACAO%20DA%20AGUA%20CHUVA%20NAS%20EDIFICACOES%20INDUSTRIAIS.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_civil/28%20UTILIZACAO%20DA%20AGUA%20CHUVA%20NAS%20EDIFICACOES%20INDUSTRIAIS.pdf)

GNADLINGER, J. Policy, planning and institutional aspects of rainwater catchment and management in the rural area of semi-arid Brazil for climate change adaptation. **International Rainwater Catchment Systems Association**, 2009. Disponível em: <<http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/14th/papers/P5-4%20Gnadlinger.pdf>> . Acesso em: Abril 2018.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L.H. Methodology for the development of an institutional and technological water conservation program in buildings. In CIB - W62 Symposium Yokohama Japan. **Proceedings Yokohama**, November 1997, 19p.

GONÇALVES, O., et al, Medidas de Racionalização do uso da água para grandes consumidores. In: **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água – Documento Técnico de Apoio (PNCDA/DTA-B3)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 1999.

GONÇALVES, O., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais. In: **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de água – Documento Técnico de Apoio (PNCDA/DTA-F1)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 1999.

HELMREICH, B., HORN, H. Opportunities in rainwater harvesting. Garching, Germany. **Desalination** 248, 118–124, 2009.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, p. 307-316, 1999.

HOEKSTRA, A., 2014. Water scarcity challenges to business. **Nat. Clim. Change** 4, 318–320.

HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M., MEKONNEN, M.M., 2011. The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. 1st ed., **Earthscan**.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE LONDRINA (HUL). **Departamento de divisão de arquivo médico e estatística – DAME**, 2018.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE LONDRINA (HUL). **Departamento de Nutrição e Dietética - DND**, 2018.

HURLIMANN, A., DOLNICAR, S., MEYER, P. (2009). Understanding behaviour to inform water supply management in developed nations—A review of literature, conceptual model and research agenda. **Journal of Environmental Management**, 91 (1), 47–56.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo). ZANELLA, Luciano. Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico], Coleção IPT Publicações, São Paulo, 2015.

JAROUSSE, L. A. Environmental sustainability programs for hospitals. **Hospitals & Health Networks**. 2012.

KEFENI, K. K, MSAGATI T. A. M., Mamba BB: Acid mine drainage: prevention, treatment options, and resource recovery: a review. **J Clean Prod** 2017, 151:475–493.

KERN, D. I., SCHWAICKHARDT, R. O., MOHR, G., LOBO, G. A., KIST, L. T., MACHADO, E. L., (2013) Toxicity and genotoxicity of hospital laundry wastewaters treated with photocatalytic ozonation. **Sci Total Environ** 443:566– 572

KIM, H., HAN, M., LEE, J. Y. The application of an analytical probabilistic model for estimating the rainfall–runoff reductions achieved using a rainwater harvesting system. **Science of the Total Environment** 424, 213–218, 2012.

KINKADE-LEVARIO, H. **Design for water**. Gabriola Island: New Society Publishers , 2007.

KINNEY L. Socially responsible hospitals focus on sustainability, **Trustee** 63 (4), 36. 2010.

KIST, L. T.; ALBRECHT, C.; MACHADO, E. L. Hospital laundry wastewater disinfection with catalytic photoozonation. **Clean**, v. 36, n. 9, p. 775-780, 2008.

KIST, L. T.; MACHADO, E. L.; ALBRECHT, C.; WEIDE, M. **Gerenciamento e aplicação do método fenton para tratamento de efluente de lavanderia hospitalar**. In: AIDIS; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sección Uruguay. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio. Montevideo, AIDIS, 2006.

KRISHNA, H. J. Development of alternative water resources in the USA: progress with rainwater harvesting. **International Rainwater Catchment Systems Association**, 2007. Disponível em: [http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/13th/Kishna\\_keynote.pdf](http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/13th/Kishna_keynote.pdf). Acesso em: Março/2018.

LENZEN, M., MORAN, D., BHADURI, A., KANEMOTO, K., BEKCHANOV, M., GESCHKE, A., FORAN, B., 2013. International trade of scarce water. **Ecol. Econ.** 94, 78–85.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982. 770p.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 3 ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro – RJ, 1996.

MANASSES, F.; FILHO, E. F. R.; BITTENCOURT, A. V. L. Estudo Hidrogeoquímico da Formação Serra Geral na Região Sudoeste do Estado do Paraná. **Águas Subterrâneas**, v.21, n.02, p.49-58, 2007.

MATSUO, T.; NISHI, T. Activated carbon filter treatment of laundry waste water in nuclear Power plants and filter recovery by heating in vacuum. **Carbon**. 38, p.709-714. 2000.

MEKONNEN, M.M., Hoekstra, A.Y., 2016. Four billion people facing severe water scarcity. **Sci. Adv.** 2 (2).

MELO, Vanderley de Oliveira & NETTO, Azevedo José M. de. **Instalações Prediais Hidráulico Sanitárias**. 1. Reimpressão. São Paulo: Edgard Blucher, 1988, 185p.

MELO, A. R. B. de. **Pós-tratamento de efluente de reator UASB por filtração em areia e carvão ativo**. 2014. 70f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil – Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse**. 4rd ed. New York, McGraw Hill, 2003. 1334p.

MENDES E. A. A. et al; **Mananciais Subterrâneos no Estado do Paraná**. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII., 2002, Florianópolis. Revista Águas Subterrâneas. São Paulo, 2002. ABAS, 2002. Disponível em:  
<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22845>>

MENEZES, J. C. dos S. 2005. 118f. **Tratamento e reciclagem do efluente de uma lavanderia industrial**. Dissertação (Mestrado Engenharia – Área de Concentração Tecnologia Mineral/Metalurgia Extrativa) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

MINISTÉRIO BRASILEIRO DE SAÚDE (1986). **Manual de lavanderia hospitalar**. The Ministry of Health documentation center, Brasília, Brazil.  
<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/lavanderia.pdf>. Acesso em Março 2018.

MITCHELL, V. G. Australian water conservation and reuse research program: Integrated urban water management a review of current Australian practice. Austrália: CMIT, 2004.

MOLLE, F., MOLLINGA, P. P., MEINZEN-DICK, R. (2008). Water, politics and development: Introducing water alternatives. **Water Alternatives**, 1(1), 1–6.

NEW MEXICO OFFICE OF THE STATE ENGINEER. **A water conservation guide for commercial, institutional and industrial users**. 1999. (1-800-WATER-NM).

NOLLET, M. L. M. **Handbook of water analysis**. 2. Ed. London: CRC Pres. 2007.

OECD - Organization for Economic Co-Operation and Development. 2012. **Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. Paris, 2012. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>.

OHISSON, L. (2000). Water conflicts and social resource scarcity. **Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**, 25(3), 213–220.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. 342p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

PAGANINI, W. S. (1997). **Disposição de Esgotos no Solo: (escoamento a superfície)**, São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP.

PAKULA, C., STAMMINGER, R., 2010. Electricity and water consumption for laundry washing by washing machine worldwide. *Energy Effic.* 3, 365 e 382.

PALMIER, L. A management and operational plan for improving cisterns efficiency in Brazil. **International Rainwater Catchment Systems Association**, 2009. Disponível em: <<http://www.eng.warwick.ac.uk/ircsa/pdf/14th/papers/P2-3%20Palmier.pdf>> . Acesso em: Abril 2018.

Paz, M.; Muzio, H.; Genini, V.; Magaleno, A.; Rossi, S.; Korol, J. **Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina**. *Hig. Sanid. Ambient.* 4: 83-88 (2004)

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO - PROSAB. **Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive o desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. 427p.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. **Documento Técnico de Apoio - DTA A2**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água. Brasília - DF, 2003. 80p.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA (PNCDA). Ministério Do Planejamento e Orçamento – Secretaria De Política Urbana. **Documentos Técnicos de Apoio**. Brasília, 1998.

QADIR, M., BOERS, T. M., SCHUBERT, S., GHAFOR, A., MURTAZA, G. (2003). Agricultural water management in water-starved countries: Challenges and opportunities. **Agricultural Water Management**, 62(3), 165–185.

RAIMONDI, A.; BECCIU, G. Probabilistic modeling of rainwater tanks. **Procedia Engineering**, v. 89, p. 1493 – 1499, 2014.

RATNAKAR, R., DAS, S. G. (2006). Participatory irrigation management in the Apwell project: Indo-Dutch team work. In **Proceedings of the 22<sup>nd</sup> annual conference of association for international agriculture and extension education**.

REBOUÇAS, A. C. **Águas subterrâneas**, cap. 4. p. 119-151, in REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. & TUNDISI, J.G. - **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**, 703 p. 2<sup>a</sup> edição revisada e ampliada, São Paulo, 2002.

Reed, S. C. (1972). **Wastewater management by disposal on the land**. Hanover, New Hampshire, Corps of Engineers – U.S. Army, (Report, 171).

ROCHA, D. A. **Proposta de exploração do sistema aquífero serra geral (sasg) e sistema aquífero guarani (sag) em londrina-pr para o abastecimento público**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina. 2017.

ROSEGRANT, M., CAI, X., CLINE, S. Global Water Outlook to 2025: **Averting an Impending Crisis**. International Food Research Policy Institute, Washington, DC, USA. 2002. Disponível em:  
<http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/pubs/fpr/fprwater2025.pdf>

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. NTS 181 - **Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação**. São Paulo – SP, 2012.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Gerenciamento para controladores de consumo de água**. São Paulo, 2009.

SAHAMIR, S. R., ZAKARIA, R. Green Assessment Criteria for Public Hospital Building Development in Malaysia. **Procedia Environmental Sciences** 20, 106 – 115, 2014.

SALETH, R.M., DINAR, A., 2000. Institutional changes in global water sector: trends, patterns, and implications. **Water Policy** 2, 175e199.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Fatura agrupada**, jan – dez, 2017.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual de obras de poços tubulares profundos**. 2015. Disponível em: [https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mop-manual-de-obras-de-pocos-tubulares-profundos/mop\\_revisado\\_fevereiro\\_2015\\_com\\_nrs.pdf](https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mop-manual-de-obras-de-pocos-tubulares-profundos/mop_revisado_fevereiro_2015_com_nrs.pdf)

SAUTCHÚK, C. A. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 2004. 308p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

SAUTCHÚK C. A., MARRACCINI O. **Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edificações**. 12p. São Paulo. 2005.

SGROI, M., VAGLIASINDI, F. G. A., ROCCARO, P. Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse. *Environmental Science and Health* 2:20 – 25, 2018.

SHANNON M, BOHN PW, ELIMELECH M, GEORGIADIS JG, MARIÑAS BJ, MAYES AM: Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature* 2008, 452:301–310.

SHI, P., YUAN, Y., ZHENG, J., WANG, J. GE, Y., QIU, G. The effect of land use/cover change on surface runoff in Shenzhen region, China. Beijing, China. *Catena* 69, 31 – 35, 2007.

SILVA, P. C. A. **Reserva hídrica: Aquífero Guarani e seu uso sustentável**. Monografia (especialização) - Curso em Legislativo e Políticas Públicas, Câmara dos Deputados, Centro de Formação, Treinamento e Aperfeiçoamento (Cefor), 2011.

ŠOSTAR-TURK, S.; PETRINIÉ, I.; SIMONIČ, M. Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. *Resources Conservation & Recycling*. N.44, p.185-196. 2005.

SOUZA, PERRONE. **Padrões de potabilidade da água** – Volume 2. São Paulo, Centro de Vigilância Sanitária, s.d. 12p. 1992.

SOUZA, A. A. **Caracterização da Bacia do Rio Iguaçu, a Jusante do Município de Reserva do Iguaçu, como Área de descarga do Aquífero Guarani**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 2004.

TANIMOTO, A. H.; SOARES, P. S. Diagnóstico ambiental em lavanderia hospitalar usando a metodologia da Produção Mais Limpa. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 7p. Distrito Federal, Brasília, 2006.

TAULIS, M. E.; MILKE, M. W. Estimation of WGEN weather generation parameters in arid climates. *Ecological Modelling*, v. 184, p. 177–191, 2005.

TEIXEIRA, P, da C. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluente de lavagem de veículos visando a reciclagem de água.** 2003. 199f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) Universidade Estadual de Campinas, SP. 2003.

THOMAS, R. B. et al. Rainwater harvesting in the United States: a survey of common system practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 166-173, 2014.

TOMAZ, P. **Conservação da água.** Guarulhos: Parma, 1999.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água.** São Paulo: Navegar Editora, 2000.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva.** 4. ed. São Paulo: Navegar, 2011.

UMAPATHI, S., CHONG, M. N., SHARMA, A. K. Evaluation of plumbed rainwater tanks in households for sustainable water resource management: a real-time monitoring study. **J. Clean. Prod.** 42, 2014-214, 2013.

UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). **Back to our Common Future: Sustainable Development in the 21st Century (SD21) project.** New York, United Nations (UN), 2012.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2007. **Global Environment Outlook 4: Environment for Development.** Progress Press Ltd., Malta.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water for a sustainable world.** Paris, 2015. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>.

UN-Water, 2007. **Coping with Water Scarcity: Challenge of the Twenty-first Century.** FAO.

VAIRAVAMOORTHY, K., GORANTIWAR, S. D., PATHIRANA, A. Managing urban water supplies in developing countries – Climate change and water scarcity scenarios. Delft, The Netherlands. **Physics and Chemistry of the Earth** 33, 330–339, 2008.

VECCHIA, A. D., et al. Diagnóstico sobre a situação do tratamento do esgoto hospitalar no Brasil, **Revista Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 2, p. 65-70, dez. 2009.

VELEVA, V., HART, M., GREINER, T., CRUMBLEY, C., 2001. Indicators of sustainable production. **J. Clean. Prod.** 9, 447 e 452.

VERLICCHI, P., GALLETTI, A., PETROVIC M., BARCELÓ, D. (2010) Hospital effluents as a source of emerging pollutants: an overview of micropollutants and sustainable treatment options. **J Hydrol** 389:416–428.

VON SPERLING, M. **Wastewater characteristics treatment and disposal**. [S.l.]: IWA Publishing, 2007.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. Ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2009.

VÖRÖSMARTY, C.J., MCINTYRE, P.B., GESSNER, M.O., DUDGEON, D., PRUSEVICH, A., GREEN, P., DAVIES, P.M., 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature** 467 (7315), 555–561.

WADA, Y., GLEESON, T., ESNAULT, L., 2014. Wedge approach to water stress. **Nat. Geosci.** 7 (9), 615–617.

WATER RESOURCES GROUP (2030 WRG), 2013. Managing Water Use in Scarce Environments: A Catalogue of Case Studies. Disponível em: <https://www.2030wrg.org/portfolio-item/managing-water-use-in-scarce-environments/>. Acessado em mar./2018.

WEISZ, U., HAAS, W., PELIKAN, J. M., & SCHMIED, H. Sustainable hospitals: a socio-ecological approach. **GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society**, 20 (3), 191–198. 2011.

WOLLNER, H. J. ; KUMIN, V.M.; KAHN, P. A. (1954). Clarification by Flotation and Re-use of Laundry Waste Water. **Sewage and Industrial Wastes**, New York, v. 26, n. 4, p. 509-519, Nova York.

WORLD ECONOMIC FORUM: Global risk 2015 report. Geneva: Switzerland; 2015.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2012. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water Under Uncertainty and Risk. UNESCO, Paris.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. UNESCO, Paris.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2016. The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs. UNESCO, Paris.

XINCHUN, C., MENG YANG W., XIANGPING G., YALIAN, Z., YAN, G., NAN, W., WEIGUANG W. Assessing water scarcity in agricultural production system based on the generalized water resources and water footprint framework. **Science of the Total Environment** 609 (2017) 587–597.

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

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ZANETTI, N.. **Estimativa da vulnerabilidade natural do aquífero livre no município de Rio Claro/SP**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geociências) - – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2012.

ZHU, K., ZHANG, L., HART, W., LIU M., CHEN, H., 2004. Quality issues in harvested rainwater in arid and semi arid Loess Plateau of northern China. China. **J. Arid Environments** 57, 487–505.

ZOTESSO, J. P., HONORIO, J. F., COSSICH, E. S., TAVARES, C. R. G. Tratamento de Efluente de Lavanderia Hospitalar por Coagulação/Floculação Seguida de Adsorção Visando ao seu Reuso. Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados (XXXVII ENEMP). São Carlos – SP. 2015.

## APÊNDICE

Amostra	pH	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )
1	8,38	203,6
2	11,40	1937,1
3	11,09	938,0
4	10,88	535,9
5	10,36	492,2

Quadro 1: Valores de pH e Condutividade para roupas leves + cobertores.

Amostra	pH	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )
1	8,92	207,4
2	11,13	1680,0
3	10,93	844,0
4	10,68	445,3
5	10,12	410,4

Quadro 2: Valores de pH e Condutividade para roupas leves.

Amostra	pH	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )
1	6,30	137,3
2	11,89	4290,0
3	11,59	1883,0
4	11,71	4890,0
5	11,47	1918,0
6	11,26	1068,0
7	11,02	875,4

Quadro 3: Valores de pH e Condutividade para roupas pesadas.

- DQO

Amostra	DQO (mg/L)
1	124
2	342
3	191
4	124
5	137

Quadro 4: Resultado Demanda Química de Oxigênio para roupas leves + cobertores.

Amostra	DQO (mg/L)
1	306
2	442
3	216
4	111
5	142

Quadro 5: Resultado Demanda Química de Oxigênio para roupas leves.

Amostra	DQO (mg/L)
1	224
2	416
3	198
4	501
5	216
6	129
7	157

**Quadro 6: Resultado Demanda Química de Oxigênio para roupas pesadas.**

- Fósforo Total

Amostra	Fósforo Total (mg/L)
1	0,42
2	0,40
3	0,35
4	0,31
5	0,47

**Quadro 7: Resultado Fósforo Total para roupas leves + cobertores.**

Amostra	Fósforo Total (mg/L)
1	0,51
2	0,31
3	0,34
4	0,27
5	0,51

**Quadro 8: Resultado Fósforo Total para roupas leves.**

Amostra	Fósforo Total (mg/L)
1	0,37
2	0,35
3	0,29
4	0,23
5	0,22
6	0,25
7	0,44

**Quadro 9: Resultado Fósforo Total para roupas pesadas.**

- Nitrogênio Total

Amostra	Nitrogênio (mg/L)
1	13,44
2	14,11
3	9,86
4	7,67
5	7,34

**Quadro 10: Resultado Nitrogênio Total para roupas leves + cobertores.**

Amostra	Nitrogênio (mg/L)
1	11,82
2	16,69
3	7,28
4	6,55
5	7,00

**Quadro 11: Resultado Nitrogênio Total para roupas leves.**

Amostra	Nitrogênio (mg/L)
1	12,44
2	18,76
3	11,48
4	13,50
5	9,07
6	6,89
7	14,22

**Quadro 12: Resultado Nitrogênio Total para roupas pesadas.**

**ANEXO**

ID	Longitude	Latitude	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /d)
3500018828	-51,166108	-23,31675	1	220	18
3500021984	-51,150281	-23,35869	1	250	18
3500018837	-51,147782	-23,36397	2	241	36
3500041367	-51,169455	-23,29528	2	125	36
3500032429	-51,17208	-23,53319	1,9	150	34,2
3500041443	-51,172223	-23,56028	1,9	150	34,2
3500036320	-51,178889	-23,21972	4,5	175	81
3500038027	-51,164724	-23,31333	3,25	229	58,5
3500033707	-51,206116	-23,35786	1,3	80	23,4
3500034645	-51,190829	-23,3	6,9	304	124,2
3500020203	-51,209719	-23,28452	2	316	36
3500018757	-51,193047	-23,29869	2	300	36
3500037962	-51,208609	-23,30028	2,5	120	45
3500018846	-51,195006	-23,3273	3	210	54
3500018718	-51,168331	-23,31147	3	155	54
3500041582	-51,179163	-23,30833	2,2	150	39,6
3500018735	-51,131936	-23,2898	1	128	18
3500034142	-51,155556	-23,335	2,5	200	45
3500021855	-51,135279	-23,33675	3	150	54
3500035626	-51,171669	-23,31361	3	200	54
3500038312	-51,211113	-23,38111	2,4	150	43,2
3500042411	-51,219716	-23,37583	3	150	54
3500019327	-50,99306	-23,60341	3	426	54
3500032250	-50,992629	-23,60266	3	426	54
3500018814	-51,151939	-23,3798	4	105	72
3500038238	-51,166671	-23,31333	3	102	54
3500038090	-51,17305	-23,29972	2	230	36
3500039764	-51,207785	-23,34889	4	150	72
3500018833	-51,109444	-23,31202	5	100	90
3500018687	-51,167784	-23,3123	3	105	54
3500038525	-51,179163	-23,30833	4,6	222	82,8
3500018710	-51,114174	-23,31952	4	120	72
3500033720	-51,149447	-23,33092	2,5	102	45
3500021001	-51,137222	-23,33314	4	250	72
3500040058	-51,165547	-23,52639	5	184	90
3500018636	-51,169717	-23,31675	4	200	72
3500038303	-51,159724	-23,32778	4	170	72
3500033885	-51,204174	-23,42481	2	102	36
3500018621	-51,032501	-23,71258	5	90	90
3500040251	-51,169999	-23,31528	3,5	101,5	63

3500018711	-51,167778	-23,31536	5	150	90
3500018823	-51,192502	-23,18452	4	153	72
3500042220	-51,134725	-23,28167	5	120	90
3500018826	-51,209174	-23,29286	4	93	72
3500035554	-51,220547	-23,42278	3,5	150	63
3500019086	-51,165285	-23,33147	4	152	72
3500036318	-51,20472	-23,29611	4	300	72
3500018717	-51,162217	-23,31037	4	186	72
3500020961	-51,062221	-23,34869	2	150	36
3500021918	-51,142778	-23,32397	3	130	54
3500021949	-51,215829	-23,36841	2	154	36
3500018831	-51,168335	-23,30675	3	183	54
3500039713	-51,131112	-23,28695	6,6	120	118,8
3500038423	-51,242499	-23,36194	4,5	150	81
3500038187	-51,183331	-23,30194	6	152	108
3500018704	-51,168326	-23,31536	6	98	108
3500018720	-51,162784	-23,31814	6	102	108
3500038334	-51,168326	-23,31556	5	78,4	90
3500018707	-51,166391	-23,30064	3	186	54
3500018714	-51,162503	-23,32008	8	120	144
3500034430	-51,163889	-23,33417	1,65	100	29,7
3500042233	-51,150547	-23,36083	2,8	306	50,4
3500018841	-51,200827	-23,38036	5	142	90
3500021153	-51,181667	-23,3223	3	117	54
3500021798	-51,213609	-23,35091	2	100	36
3500022262	-51,09444	-23,39452	4	100	72
3500033316	-51,086116	-23,68786	13	220	234
3500038188	-51,160834	-23,32333	10	146	180
3500021856	-51,130284	-23,32063	5	150	90
3500018847	-51,161673	-23,32175	7	140	126
3500038723	-51,153335	-23,33444	3	200	54
3500018622	-51,167222	-23,36341	7	172	126
3500033314	-51,145114	-23,37592	9	150	162
3500034285	-50,980828	-23,60056	6	194	108
3500039669	-51,165277	-23,29361	3	110	54
3500038282	-51,203892	-23,31139	8	177	144
3500038956	-51,118607	-23,42111	6	100	108
3500018838	-51,155282	-23,33536	3	102	54
3500021122	-51,192217	-23,18314	1	180	18
3500022175	-51,208613	-23,28425	2	150	36
3500036573	-51,138614	-23,28889	6	120	108

3500034102	-51,166666	-23,31722	6,5	190	117
3500018732	-51,159441	-23,31147	8	100	144
3500041369	-51,211675	-23,29722	6	150	108
3500018811	-51,189996	-23,32647	5	194	90
3500035342	-50,984172	-23,42111	3,6	96	64,8
3500018701	-51,160286	-23,30647	6	178	108
3500018859	-51,17194	-23,30425	15	234	270
3500040119	-51,168065	-23,30972	6,6	92	118,8
3500042744	-51,225829	-23,36306	10	130	180
3500021498	-51,207782	-23,35341	13	238	234
3500021299	-51,198891	-23,34814	5	100	90
3500021819	-51,214175	-23,35008	5	80	90
3500034823	-51,153605	-23,26333	5	100	90
3500040229	-51,127775	-23,39722	8	150	144
3500041984	-51,201106	-23,34472	12	80	216
3500019524	-51,170002	-23,53231	9	150	162
3500038291	-51,169173	-23,28889	8,5	227	153
3500019142	-51,165549	-23,29202	3	100	54
3500021566	-51,22111	-23,27841	3	10	54
3500043245	-51,234442	-23,35917	2,5	100	45
3500038236	-51,174451	-23,33222	5	120	90
3500041581	-51,176943	-23,41889	9	77	162
3500021502	-51,210281	-23,3498	2	80	36
3500018604	-51,112783	-23,53648	20	120	360
3500038287	-51,16778	-23,30111	6,5	186	117
3500043409	-51,158614	-23,34805	4,4	100	79,2
3500031982	-51,082694	-23,51706	20,3	120	365,4
3500018597	-51,098062	-23,71258	20	250	360
3500018675	-51,217779	-23,29258	10	100	180
3500037280	-51,081668	-23,71028	5	140	90
3500038494	-51,167496	-23,31611	4,95	93	89,1
3500034206	-51,178327	-23,18667	12	100	216
3500033291	-51,093072	-23,53723	36	250	648
3500040644	-51,093062	-23,53722	36	250	648
3500018721	-51,163611	-23,31452	9	100	162
3500041661	-51,137783	-23,43139	8	80	144
3500019450	-51,176112	-23,33091	8	0	144
3500036692	-51,11333	-23,52333	3,5	270	63
3500040057	-51,054438	-23,45639	3,7	34	66,6
3500013211	-51,223888	-23,27925	2	100	36
3500018688	-51,176941	-23,32842	4	203	72

3500039264	-51,158887	-23,32278	8,5	184	153
3500039073	-51,271393	-23,43944	4,65	100	83,7
3500019150	-51,166944	-23,32841	7	94	126
3500019102	-51,178614	-23,3073	6	198	108
3500034813	-51,151107	-23,35444	5	100	90
3500039110	-51,140556	-23,42417	9	100	162
3500037694	-51,003327	-23,37111	10	52,5	180
3500021000	-51,13972	-23,33619	9	144	162
3500018743	-51,124438	-23,41815	8	0	144
3500038758	-51,163893	-23,31306	7,9	112	142,2
3500038237	-51,168887	-23,34889	5,4	150	97,2
3500034666	-51,218614	-23,29472	6,5	110	117
3500033525	-51,152507	-23,29481	14,4	108	259,2
3500038548	-51,10222	-23,27861	5	198	90
3500038292	-51,189995	-23,32583	18	187	324
3500018651	-51,155003	-23,31369	11	205	198
3500018685	-51,133612	-23,29369	15	126	270
3500037332	-51,140558	-23,41722	8	100	144
3500021427	-51,225827	-23,28676	5	100	90
3500042232	-51,132778	-23,41833	6	100	108
3500037874	-51,148327	-23,43194	5,6	140	100,8
3500018761	-51,13361	-23,29119	7	150	126
3500038390	-51,142218	-23,29333	1,5	126	27
3500019081	-51,220548	-23,37008	6	51	108
3500044011	-51,04805	-23,36278	7,9	130	142,2
3500021033	-51,142778	-23,30508	5	150	90
3500039712	-51,130278	-23,28444	33	180	594
3500018611	-50,991657	-23,46648	20	80	360
3500018664	-51,114443	-23,31452	7	138	126
3500032216	-50,998208	-23,46852	20	80	360
3500022371	-51,176944	-23,34536	6	100	108
3500018815	-51,111386	-23,38925	18	150	324
3500041113	-51,211394	-23,3175	7,2	120	129,6
3500021407	-51,177501	-23,34536	6	120	108
3500041121	-51,212219	-23,31944	10,2	150	183,6
3500018848	-51,199171	-23,34619	10	105	180
3500035757	-51,152784	-23,4175	8	89	144
3500039557	-51,222221	-23,42278	5,5	132	99
3500041140	-51,182502	-23,33972	20	197	360
3500033040	-51,081396	-23,38036	4	30	72
3500018840	-51,163328	-23,34702	5	101	90

3500038801	-51,150001	-23,26611	15	175	270
3500038661	-51,134454	-23,31389	6	320	108
3500041967	-50,991659	-23,44361	4,4	200	79,2
3500037015	-51,146954	-23,75556	10	190	180
3500021489	-51,183062	-23,34869	7	156	126
3500035308	-51,22556	-23,28472	9,37	126	168,66
3500032422	-51,11164	-23,38924	20	150	360
3500041368	-51,116656	-23,32778	6	150	108
3500031975	-51,123488	-23,50113	24,9	97	448,2
3500018772	-51,148607	-23,28758	45	240	810
3500018639	-51,170278	-23,31175	10	110	180
3500021483	-51,200278	-23,34675	4	80	72
3500018780	-51,15361	-23,33591	20	153	360
3500018692	-51,109717	-23,27563	18	258	324
3500036456	-51,200832	-23,31194	6,5	90	117
3500018573	-51,121392	-23,50202	25	97	450
3500018844	-51,195006	-23,3273	15	90	270
3500032428	-51,194918	-23,32734	15,1	90	271,8
3500019338	-51,171393	-23,28953	18	100	324
3500018782	-51,133888	-23,28563	10	112	180
3500032419	-51,108619	-23,24842	999	1053	17982
3500018700	-51,09639	-23,41091	45	150	810
3500039064	-51,222218	-23,345	26,4	124	475,2
3500038501	-51,20889	-23,31722	28	150	504
3500018853	-51,201114	-23,34369	18	141	324
3500039252	-51,090565	-23,38056	12	100	216
3500018674	-51,218328	-23,29314	14	107	252
3500034466	-51,242222	-23,35472	6,5	100	117
3500037675	-51,079441	-23,35139	4,5	200	81
3500018827	-51,151944	-23,33286	4	115	72
3500032217	-51,088594	-23,6968	50	250	900
3500018762	-51,14028	-23,29202	14	132	252
3500018808	-51,146674	-23,27258	55	130	990
3500018813	-51,145829	-23,37647	55	150	990
3500033690	-51,145003	-23,27349	55	150	990
3500034701	-51,246394	-23,26667	24	70	432
3500018709	-51,123054	-23,27536	30	120	540
3500018796	-51,138326	-23,38814	43	151	774
3500032424	-51,139207	-23,38851	43	151	774
3500022298	-51,105281	-23,29202	5	58	90
3500018798	-51,157783	-23,27398	72	150	1296

3500032663	-51,152794	-23,27247	72	150	1296
3500038534	-51,217224	-23,37194	8,8	100	158,4
3500014075	-51,243608	-23,37425	16	75	288
3500036316	-51,21278	-23,29139	8,8	116	158,4
3500018799	-51,162223	-23,2748	55	150	990
3500033958	-51,15295	-23,27183	55	150	990
3500018753	-51,117785	-23,36591	50	150	900
3500039714	-51,131943	-23,28695	19,8	150	356,4
3500018730	-51,09639	-23,41091	18	150	324
3500037575	-51,13111	-23,32528	9,9	100	178,2
3500018679	-51,231673	-23,28591	32	102	576
3500032421	-51,118794	-23,35611	56,5	150	1017
3500034569	-51,109724	-23,24806	56,5	150	1017
3500034975	-51,118892	-23,35611	56,5	150	1017
3500018785	-51,159999	-23,30369	5	101	90
3500044054	-51,148615	-23,28611	8,45	170	152,1
3500038288	-51,150834	-23,36389	12	72	216
3500040234	-51,13667	-23,28139	5,2	130	93,6
3500018771	-51,221937	-23,40564	20	80	360
3500032342	-51,221898	-23,40553	20	80	360
3500039715	-51,131935	-23,28889	6,6	180	118,8
3500041976	-51,114171	-23,26972	9	120	162
3500012748	-51,221112	-23,27952	18	84	324
3500018832	-51,112776	-23,28619	6	122	108
3500021872	-51,135277	-23,39258	10	110	180
3500042111	-51,19139	-23,58778	6	100	108
3500018770	-51,148607	-23,28758	40	210	720
3500038864	-51,180558	-23,33417	2,5	200	45
3500032427	-51,134477	-23,23915	50,62	150	911,16
3500018810	-51,210827	-23,37952	6	120	108
3500032344	-51,212947	-23,37774	6	120	108
3500037266	-51,119722	-23,41972	6,5	115	117
3500034613	-51,220554	-23,27917	4,5	60	81
3500021834	-51,228334	-23,28869	15	100	270
3500018778	-51,216113	-23,29008	45	300	810
3500018699	-51,09639	-23,41091	58	120	1044
3500018702	-51,192218	-23,32758	12	180	216
3500041632	-51,146675	-23,29139	7,75	100	139,5
3500018784	-51,151673	-23,2923	9	105	162
3500033780	-51,172783	-23,23703	79,5	132	1431
3500018800	-51,173047	-23,2373	80	132	1440

3500035127	-51,155831	-23,29417	20,84	120	375,12
3500032345	-51,179568	-23,38399	20	72	360
3500018656	-51,231673	-23,28591	21	95	378
3500036604	-51,235	-23,27555	21,4	90	385,2
3500019227	-51,112221	-23,2423	360	961,29	6480
3500020989	-51,108609	-23,24841	360	1053	6480
3500018603	-51,243064	-23,52619	40	80	720
3500032211	-51,24536	-23,52824	40	80	720
3500038144	-51,156672	-23,31083	15,84	191	285,12
3500018807	-51,166942	-23,38147	48	87,5	864
3500018744	-51,169998	-23,24536	178	150	3204
3500033320	-51,166676	-23,38064	48,45	150	872,1
3500018731	-51,09639	-23,41091	30	150	540
3500032423	-51,169498	-23,24405	180	150	3240
3500012722	-51,200549	-23,3448	40	152	720
3500018683	-51,147222	-23,29119	22	107	396
3500018570	-51,19944	-23,60952	30	150	540
3500018792	-51,231673	-23,28591	30	150	540
3500018822	-51,102779	-23,28147	15	100	270
3500031972	-51,201621	-23,60653	30	150	540
3500018742	-51,134448	-23,23925	51	120	918
3500018745	-51,201666	-23,19675	39	80	702
3500044009	-51,084715	-23,33778	6	157	108
3500039029	-51,143895	-23,28889	40,58	105	730,44
3500032251	-51,189661	-23,53027	30	49	540
3500018824	-51,206389	-23,2748	8	102	144
3500034261	-51,17333	-23,32028	3	170	54
3500032420	-51,193338	-23,35758	40	150	720
3500034976	-51,193326	-23,35611	40	150	720
3500037615	-51,141936	-23,52444	660	300	11880
3500019336	-51,100284	-23,2923	22	150	396
3500036458	-51,090275	-23,32889	60	148	1080
3500039558	-51,166113	-23,31306	2,4	154	43,2
3500018797	-51,14472	-23,38286	102	150	1836
3500032425	-51,141307	-23,39393	102	80	1836
3500033954	-51,141278	-23,394	102	150	1836
3500012839	-51,208065	-23,2773	5	100	90
3500018801	-51,15028	-23,38397	56	72	1008
3500033313	-51,156951	-23,27315	100	120	1800
3500018741	-51,141942	-23,27286	110	180	1980
3500032426	-51,141922	-23,27273	110	180	1980

3500039511	-51,217221	-23,29833	20	110	360
3500032230	-51,185829	-23,20647	39	80	702
3500018791	-51,206389	-23,28147	53	100	954
3500018695	-51,22972	-23,28147	10	102	180