

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ALINE MARIA BEULKE

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA DA CHUVA NA UTFPR *CAMPUS* PATO BRANCO – PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

ALINE MARIA BEULKE

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUA DA CHUVA NA UTFPR *CAMPUS* PATO BRANCO – PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de TCC I, do Curso de Graduação de Engenharia Civil da Coordenação de Engenharia Civil – COECI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Msc. Osmar João Consoli

PATO BRANCO

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA UTFPR CÂMPUS PATO BRANCO – PARANÁ

Aline Maria Beulke

No dia 22 de novembro de 2017, às 16h30min, na SALA V 112 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 36-TCC/2017.

Orientador: Prof. Msc. OSMAR JOÃO CONSOLI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Esp. DIOGO ROSSETTO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Msc. ELOISE APARECIDA LANGARO (DACOC/UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos.

Aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato Branco, por todo o conhecimento transmitido ao longo da graduação, em especial ao orientador deste trabalho, Prof. Msc. Osmar João Consoli, por todo o auxílio e suporte para a realização do mesmo.

Aos meus pais: Alcir e Ivone, irmãos: Alcione, Adriane e Alexandre, sobrinhas: Maria e Ana, e ao meu filho Pedro, por todo apoio, paciência e pela confiança.

Aos meus amigos que me ajudaram em vários momentos da graduação.

À UTFPR por disponibilizar dados necessários para a realização do presente trabalho.

E aos colaboradores deste trabalho: Ademar Moitinho Dourado Júnior, que se disponibilizou a auxiliar no quantitativo de vasos sanitários do Campus; e os servidores Luiz Pires e José Nazareno Rotta, pelo auxílio nas medições realizadas nos telhados de cada bloco da universidade.

RESUMO

BEULKE, Aline Maria. **Proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva na UTFPR Campus Pato Branco – Paraná.** 74 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2017.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, para fins de abastecer vasos sanitários. Inicialmente foram coletados dados nos 26 blocos do *Campus*, referentes a quantidade de sanitários e área de captação de água da chuva. Tendo em vista estes dados pôde-se realizar o cálculo da oferta de água proveniente da chuva no *Campus*, utilizando o método racional apresentado por Tomaz (2010). Para o cálculo da estimativa do consumo de água no *Campus* em vasos sanitários, foram utilizados dados referentes ao consumo total do mesmo, bem como parâmetros apresentados por Tomaz (2000) para estimar o consumo de água em sanitários, os quais não condisseram com a realidade, pois a estimativa de consumo em vasos sanitários foi superior ao consumo total do *Campus*. Como o critério utilizado para o cálculo da estimativa da demanda de água em sanitários se mostrou inadequada para este estudo, foi necessário buscar por novos critérios. Para a nova estimativa, foram utilizados como critérios a estimativa de quantas vezes cada pessoa utiliza o vaso sanitário, qual o volume de descarga e qual o tempo de acionamento da descarga. Com estes critérios foi possível estimar a quantidade de água consumida em sanitários, e pode-se estimar a redução de aproximadamente 350m³ de água e a economia média de R\$2394,00 por mês.

Palavras-chave: aproveitamento de águas pluviais, método racional, demanda de água não potável

ABSTRACT

BEULKE, Aline Maria. **Implementation proposal of a rainwater utilization system at the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, Pato Branco Campus.** 74 p. Final Project in Civil Engineering Bachelor - Academic Department of Civil Construction, Federal Technological University of Paraná - UTFPR. Pato Branco, 2017.

This work has the objective of presenting a rainwater system implementation proposal at the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, Pato Branco Campus, in order to reuse the rainwater in toilets. Data were collected in 26 blocks of the Campus, referring to toilet amount and rainwater catchment area. Based on these data, it was possible to calculate the Campus rainwater supply, using the rational method presented by Tomaz (2010). For the estimated Campus water consumption calculation in toilets, data were used regarding its total consumption, as well as parameters presented by Tomaz (2000) to estimate water consumption in toilets, which did not correspond to reality, since the toilets consumption was higher than the total Campus consumption. As the criterion used to calculate the water demand in toilets was inadequate for this study, a new criteria research was necessary. For the new calculation, the estimation of how many times each person uses the toilet, the discharge volume and the discharge activation time were used as criteria, allowing to estimate the amount of water consumed in toilets and the reduction of approximately 350m³ of water and the average saving of R\$ 2394,00 per month.

Keywords: Rainwater utilization, rational method, non-potable water demand

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida das edificações	23
Figura 2: Ciclo hidrológico urbano.....	25
Figura 3: Ciclo hidrológico	27
Figura 4: Área de coleta de água de chuva - telhado.....	31
Figura 5: Esquema de coleta e aproveitamento de água de chuva instalado no CTCC - Centro de técnicas de Construção Civil	32
Figura 6: Etapas da realização da pesquisa	35
Figura 7: Mapa de localização dos principais setores do <i>Campus</i> Pato Branco	37
Figura 8: Exemplo telhado cimento amianto na UTFPR Pato Branco.....	45
Figura 9: Modelo de captação e distribuição de águas pluviais	57
Figura 10: Planta baixa da UTFPR e curvas de nível do terreno	58
Figura 11: Corte esquemático da Avenida Elisa Rosa Cola Padoan (sem escala) ...	59
Figura 12: Corte esquemático da Avenida Elisa Rosa Cola Padoan (sem escala) ...	59
Figura 13: Corte blocos J1, N, M e L (sem escala)	61
Figura 14: Corte blocos H-I-J, N, M e L (sem escala)	61
Figura 15: Corte blocos H-I-J, D, C, B, A e X (sem escala).....	61
Figura 16: Corte blocos E, F, D, C, B e A (sem escala)	61
Figura 17: Corte blocos RU e O (sem escala).....	62
Figura 18: Corte blocos O e W (sem escala).....	62
Figura 19: Corte blocos RU e T (sem escala)	62
Figura 20: Corte blocos T e O (sem escala).....	62
Figura 21: Corte blocos Q e P (sem escala).....	63
Figura 22: Corte blocos R, U e S (sem escala)	63
Figura 23: Corte blocos S e V (sem escala).....	63
Figura 24: Corte blocos V e W (sem escala)	63
Figura 25: Corte blocos K e Z (sem escala)	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Janeiro	15
Gráfico 2: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Fevereiro	15
Gráfico 3: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Março	16
Gráfico 4: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Abril	16
Gráfico 5: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Maio	17
Gráfico 6: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Junho	17
Gráfico 7: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Julho.....	18
Gráfico 8: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Agosto	18
Gráfico 9: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Setembro.....	19
Gráfico 10: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Outubro	19
Gráfico 11: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Novembro.....	20
Gráfico 12: Consumo (m ³) em relação aos usuários para o mês de Dezembro.....	20
Gráfico 13: Consumo médio mensal de água na UTFPR <i>Campus</i> Pato Branco no período de agosto de 2011 a julho de 2016	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo médio de água no mundo – faixa de renda	28
Tabela 2: Medidas convencionais de conservação da água e as porcentagens aproximadas de economia para medidas agressivas na cidade de Province, Estados Unidos, prevista para o ano 2010.....	29
Tabela 3: Frequência de manutenção.....	33
Tabela 4: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não-potáveis.....	34
Tabela 5: Coeficiente de <i>Runoff</i> médio	39
Tabela 6: Coeficientes de <i>Runoff</i> conforme LEED existing buildings (2009)	40
Tabela 7: Uso da água em cinco escolas e universidades em Denver, Colorado.....	43
Tabela 8: Consumo da água <i>per capita</i> por dia em peças	43
Tabela 9: Estimativa do volume de água da chuva a ser armazenado	47
Tabela 10: Estimativa do consumo teórico em vasos sanitários	48
Tabela 11: Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização	49
Tabela 12: Volume de descarga em relação ao tempo de acionamento.....	50
Tabela 13: Relação de vazão (l/s / l/s)	50
Tabela 14: Consumo teórico para acionamento médio de 3 segundos.....	51
Tabela 15: Consumo teórico para acionamento médio de 2 segundos.....	51
Tabela 16: Consumo teórico para acionamento médio de 1,5 segundos.....	52
Tabela 17: Consumo teórico para acionamento médio de 1 segundo	52
Tabela 18: Estimativa da demanda de água em sanitários para cada bloco	54
Tabela 19: Oferta e demanda de água em cada bloco	56
Tabela 20: Relação de blocos superiores e inferiores para abastecimento	59
Tabela 21: Cota altimétrica de cada bloco	60
Tabela 22: Oferta de água (m ³) considerando abastecimento por gravidade	64

LISTA DE ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
DEPRO	Departamento de Projetos
DESEG	Departamento de Serviços Gerais
DIRGRAD	Diretoria de Graduação e Educação Profissional
InBS	Instituto Brasileiro de Sustentabilidade
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Liderança em Energia e Design Ambiental)
NBR	Norma Brasileira
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	SUSTENTABILIDADE	23
2.2	CICLO URBANO DA ÁGUA	25
2.2.1	O Ciclo Hidrológico	26
2.3	CONSUMO DE ÁGUA.....	28
2.4	APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.....	29
2.4.1	Qualidade da água	33
3	METODOLOGIA	35
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
3.2	ESTIMATIVA DA OFERTA DE ÁGUA PROVENIENTE DA PRECIPITAÇÃO.....	38
3.3	ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA NO CAMPUS.....	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	ESTIMATIVA DA OFERTA DE ÁGUA PLUVIAL	45
4.2	ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA EM SANITÁRIOS	47
4.3	PRÉ-DIMENSIONAMENTO	55
5	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	68
	ANEXOS	71
	APÊNDICES	72

1 INTRODUÇÃO

Muitas técnicas são utilizadas com o intuito de minimizar os impactos causados pelo ser humano ao meio ambiente, como por exemplo, a reciclagem de materiais. No setor da construção civil também estão se utilizando técnicas sustentáveis, como a reutilização de materiais de entulho, o reuso de águas servidas, o *Wood frame*, a energia solar, e a utilização da água da chuva para fins potáveis e não potáveis.

Nogueira (2003), afirma que o planeta Terra tem abundância em água, no entanto, cerca de 97,5% desta água é salgada e apenas 2,5% é doce. E da menor porcentagem apenas 0,5% está disponível nos corpos d'água da superfície para consumo. E o Brasil é um dos países que mais possuem disponibilidade de água na superfície.

Segundo Alves, Zanella e Santos (2008), muitas cidades brasileiras estão vivendo a escassez e degradação dos recursos hídricos, e para driblar esta situação, estão fazendo captação e uso de águas pluviais. Além de este sistema proteger os recursos hídricos, faz com que a demanda de água potável diminua e conseqüentemente o custo atrelado ao consumo de água. Além das contribuições já citadas, a utilização de águas pluviais contribui na diminuição de inundações decorrentes de chuvas torrenciais, as quais ocorrem em locais com baixa altitude, onde há concentração de água devido ao escoamento superficial provindo de pontos de maior altitude.

Tomaz (2001) apresenta a distribuição de água doce no Brasil, que se dá da seguinte forma: 68,5% está localizada na região Norte, 15,7% no Centro-Oeste, 6,5% no Sul, 6,0% no Sudeste e 3,3% no Nordeste. De acordo com May (2004) *apud* UNESCO (2005), o Brasil possuía em 2003 cerca de 48.314m³/hab/ano. No entanto os recursos hídricos não estão divididos igualmente entre a população brasileira, pois a maior concentração da população está localizada na região Sudeste, e esta tem uma das menores disponibilidades de recursos hídricos do país, enquanto o Norte tem a maior disponibilidade de recursos hídricos e uma das menores concentrações de população.

Sendo assim, é coerente que se faça algo para diminuir o consumo de água potável e minimizar as ações negativas realizadas pelo ser humano. De acordo com Nogueira (2003), de 200 litros de água consumidos diariamente em um residência

familiar, cerca de 27% é de consumo básico, como cozinhar e bebida *in natura*, 25% é consumida em higiene pessoal, 12% em lavagem de roupa, 3% em lavagem de carro e rega de jardins e 33% é devida a descargas em banheiro. Com isso, pode-se afirmar que com o uso de água proveniente da chuva para fins não potáveis, como por exemplo, a lavagem de carro, rega de jardins e descargas no banheiro, pode-se diminuir em torno de 36% a quantidade de água potável consumida em residências.

A água da chuva também pode ser utilizada para fins potáveis. Para isso basta fazer a utilização de filtros, ou ainda de dispositivos que auxiliem na captação da água proveniente da chuva (NOGUEIRA, 2003).

Alves, Zanella e Santos (2008), lembram que para fazer as considerações do dimensionamento do reservatório, deve-se levar em conta que há períodos de pouca chuva e ainda períodos de estiagem. Isso se deve pelo fato de que quando o reservatório de água de chuva estiver em um nível muito baixo, ocasionado pela falta de chuva, deve-se utilizar o sistema de água potável fornecido pela companhia de saneamento do estado, e esta troca de sistema é citada pela ABNT NBR 5626:1998.

Alves, Zanella e Santos (2008), afirmam ainda que para se fazer o dimensionamento dos reservatórios, deve-se levar em conta a oferta e a demanda de água de chuva, onde a oferta é analisada de acordo com as séries históricas de precipitação pluvial na região onde será implantado o sistema e a demanda é calculada de acordo com a quantidade de pessoas que utilizam a água e a quantidade de água que cada uma utiliza ao dia.

Neste contexto, tem-se a proposta de apresentar um planejamento do projeto de coleta e aproveitamento de água de chuva da UTFPR *Campus* Pato Branco, e para este estudo de caso, analisar a provável redução de consumo de água potável fornecida pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) e dos custos oriundos da utilização desta água em locais onde não se faz necessária ser potável.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta do projeto para aproveitamento de água da chuva da UTFPR *Campus* Pato Branco.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Calcular a estimativa da oferta de água da chuva de acordo com o método racional para o *Campus* Pato Branco;
- Analisar o consumo de água em vasos sanitários;
- Comparar a oferta de água da chuva e demanda de água em sanitários;
- Apresentar a possível redução de utilização de água potável em substituição pela oferta de água de chuva em vasos sanitários;
- Analisar a redução de custos com relação à possível redução de água potável.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com os dados disponibilizados pela UTFPR *Campus* Pato Branco nos últimos 5 (cinco) anos, ou seja, entre agosto de 2011 e julho de 2016, o número de alunos, professores, estagiários, técnicos administrativos e terceirizados, que frequentam a instituição aumentou cerca de 34,60%.

Com isso o consumo de água no mês de agosto dos anos de 2011 e 2015, por exemplo, passou de 356m³ para 1884m³, o que representa aproximadamente 429,20% de aumento. Nos Gráficos 1 à 12 a seguir, podemos verificar a média de consumo de água em metros cúbicos de cada mês, nos últimos 5 anos, compreendidos entre agosto de 2011 e julho de 2016, bem como o comparativo entre o consumo médio mensal e o consumo médio total para o mesmo período, apresentado no Gráfico 13, sendo que os dados utilizados para a obtenção dos gráficos estão apresentados no Anexo A do presente trabalho.

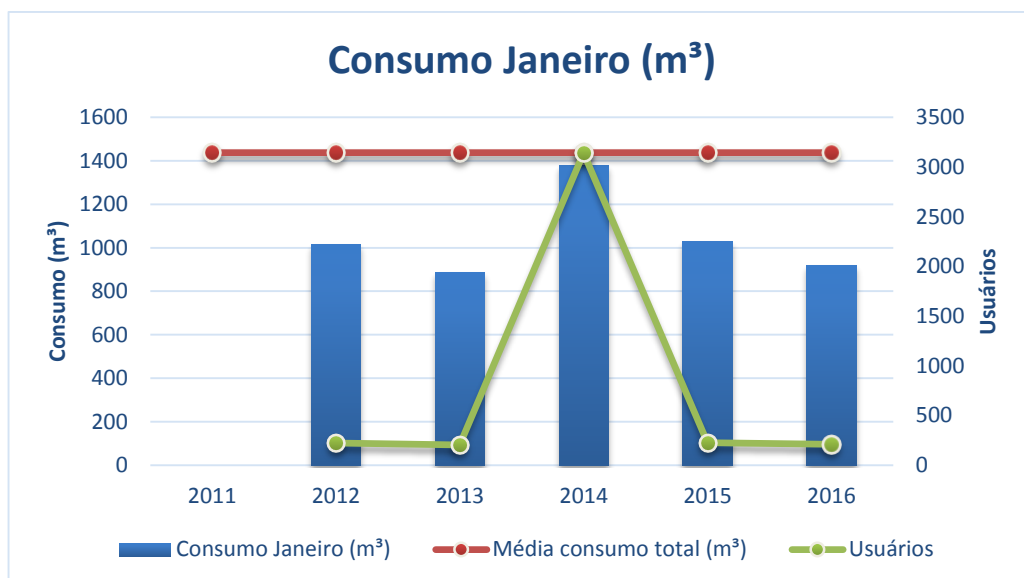


Gráfico 1: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Janeiro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

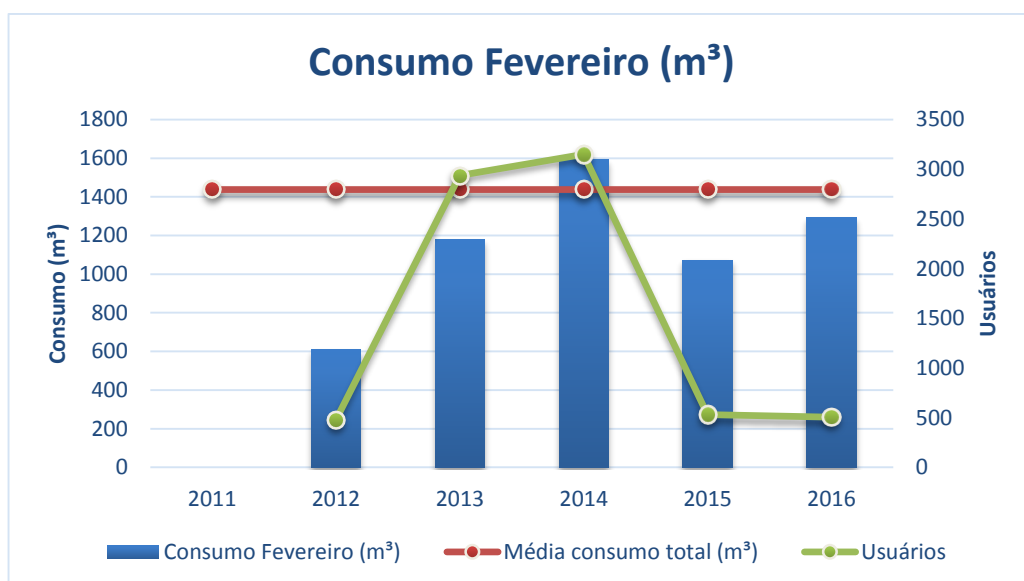


Gráfico 2: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Fevereiro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

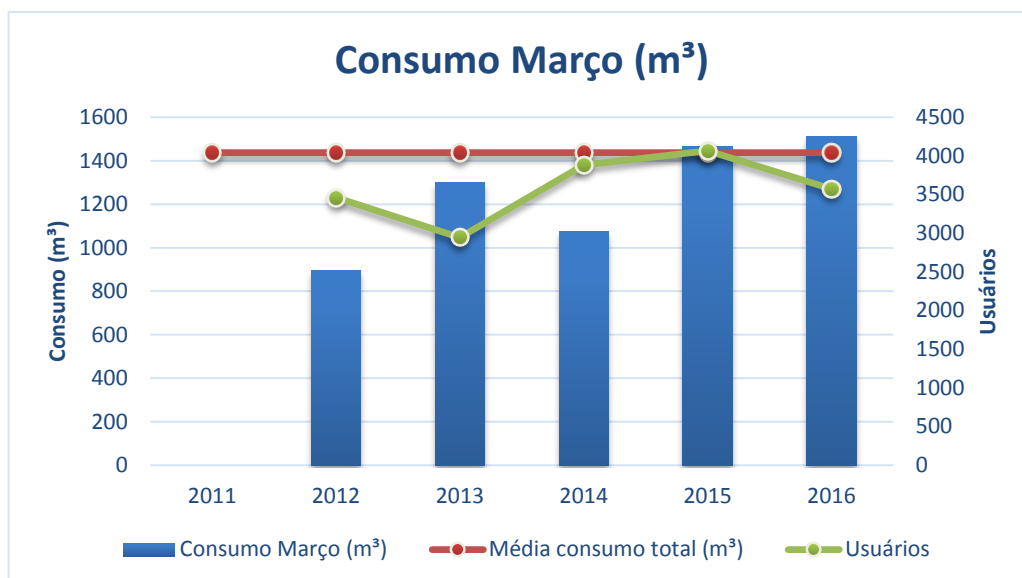


Gráfico 3: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Março
Fonte: Autoria própria, 2017.

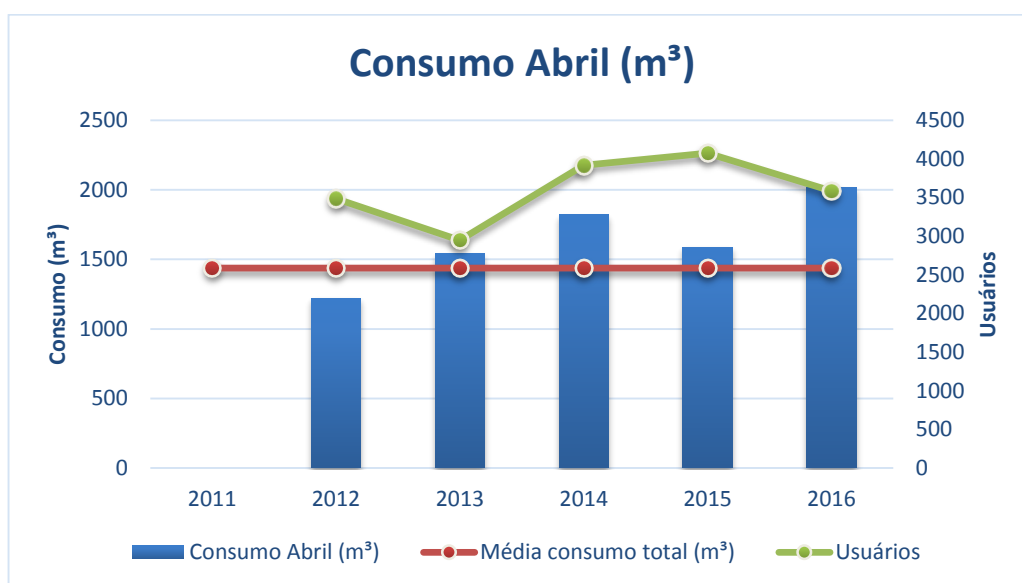


Gráfico 4: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Abril
Fonte: Autoria própria, 2017.

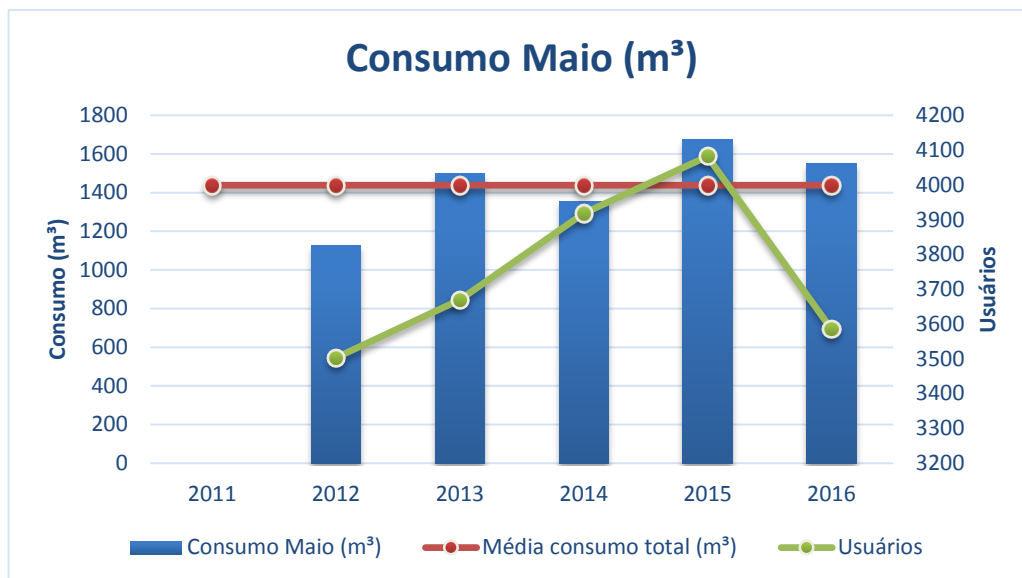


Gráfico 5: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Maio
Fonte: Autoria própria, 2017.

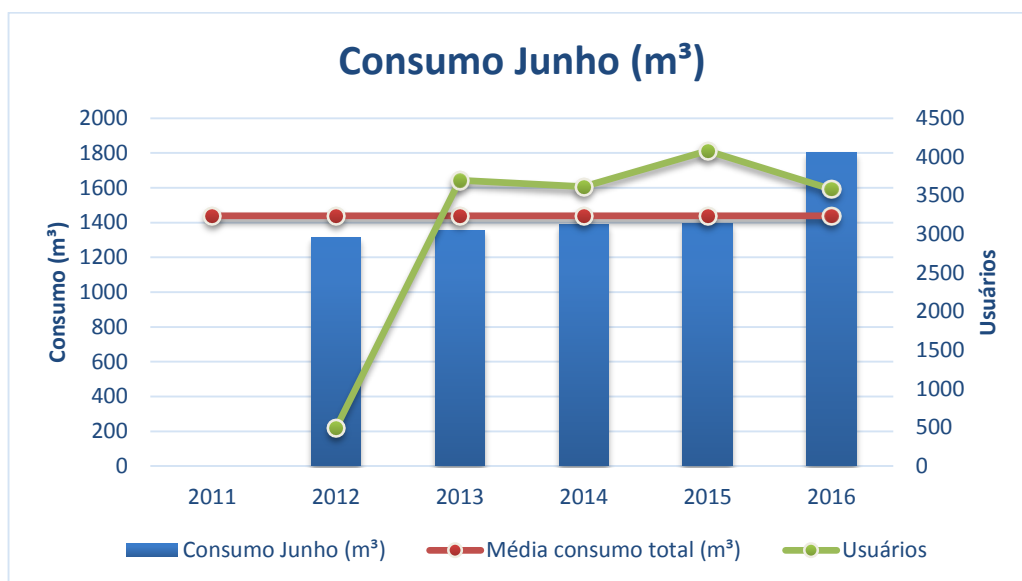


Gráfico 6: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Junho
Fonte: Autoria própria, 2017.

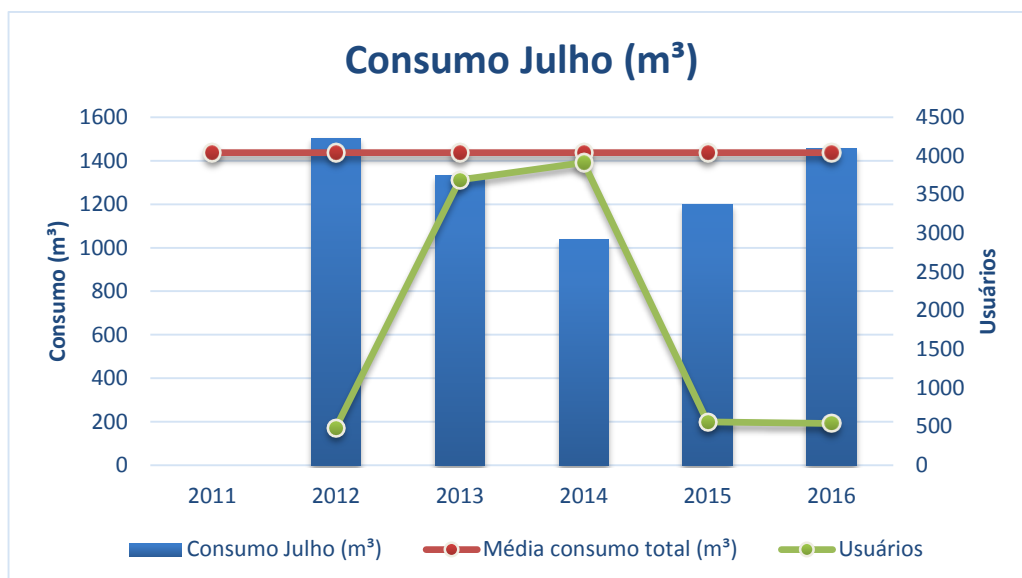


Gráfico 7: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Julho
 Fonte: Autoria própria, 2017.

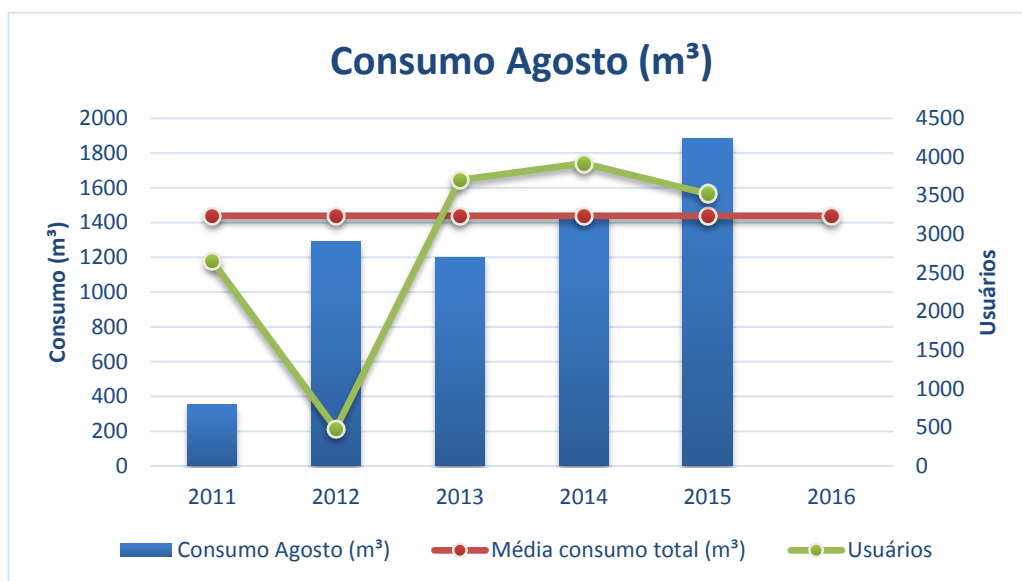


Gráfico 8: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Agosto
 Fonte: Autoria própria, 2017.

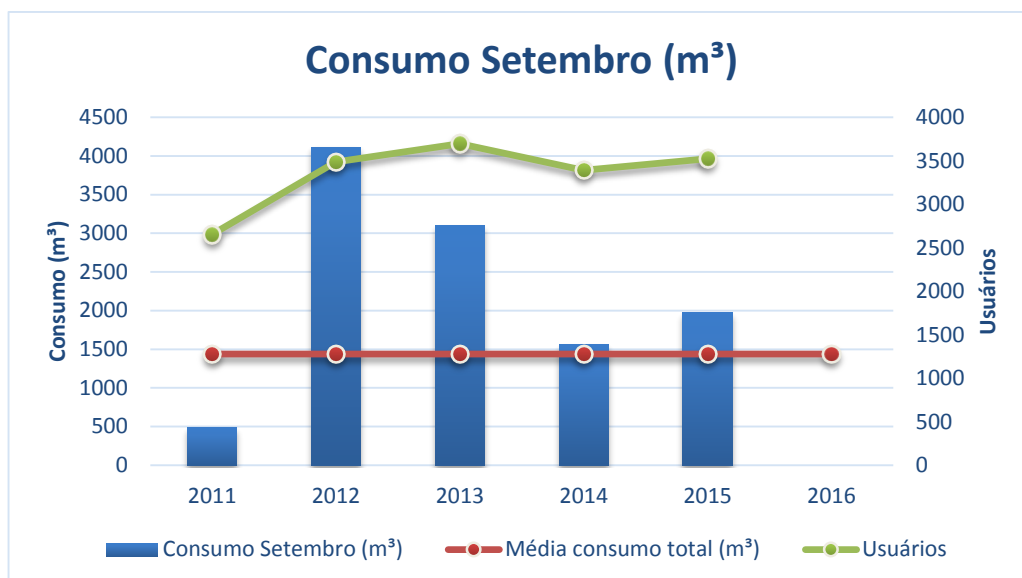


Gráfico 9: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Setembro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

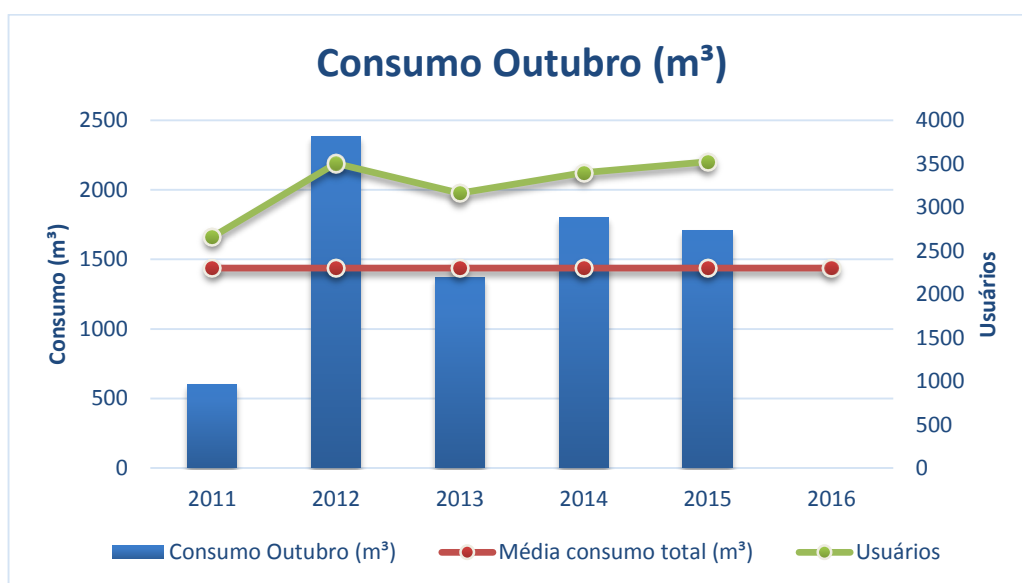


Gráfico 10: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Outubro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

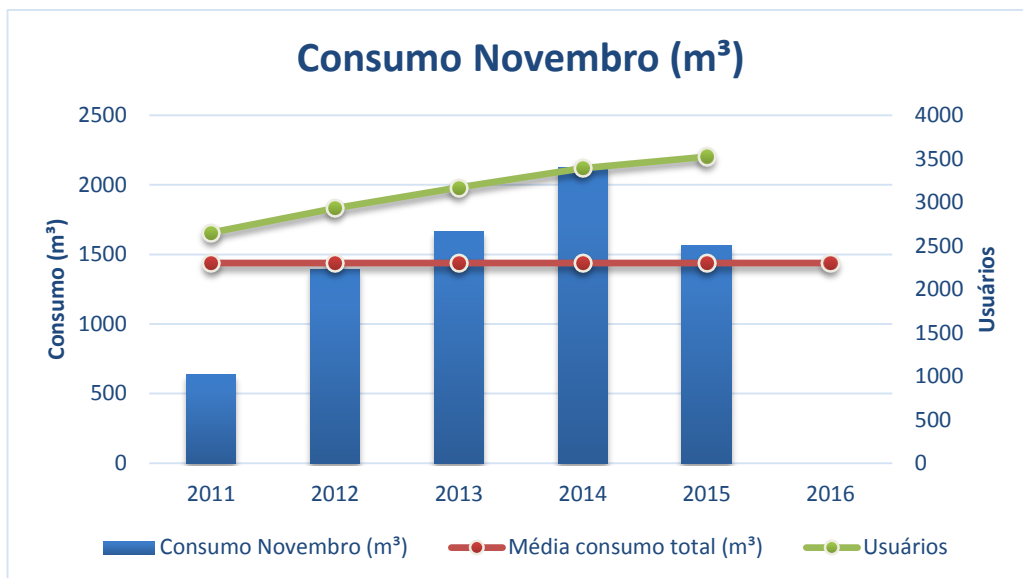


Gráfico 11: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Novembro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

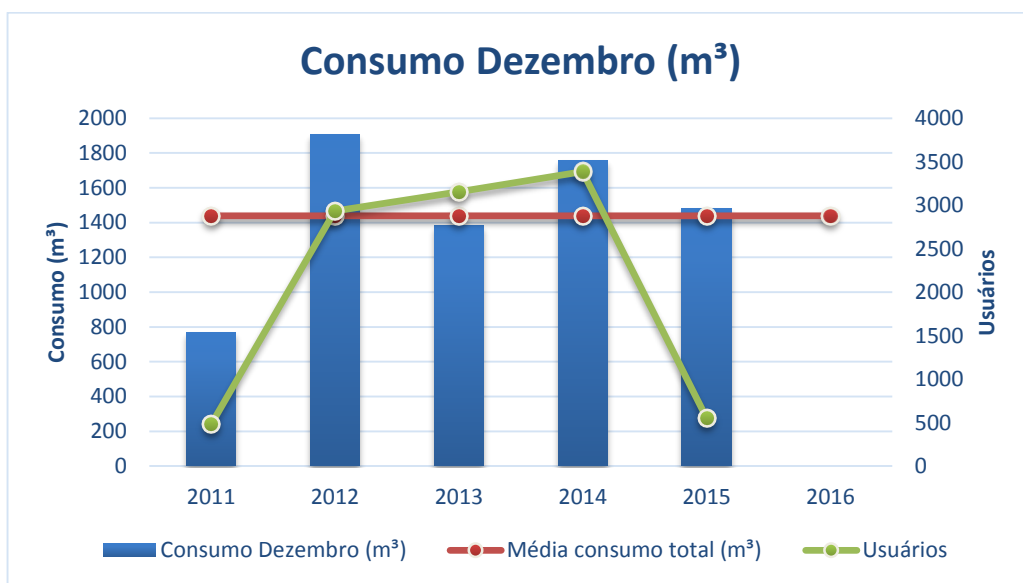


Gráfico 12: Consumo (m³) em relação aos usuários para o mês de Dezembro
 Fonte: Autoria própria, 2017.

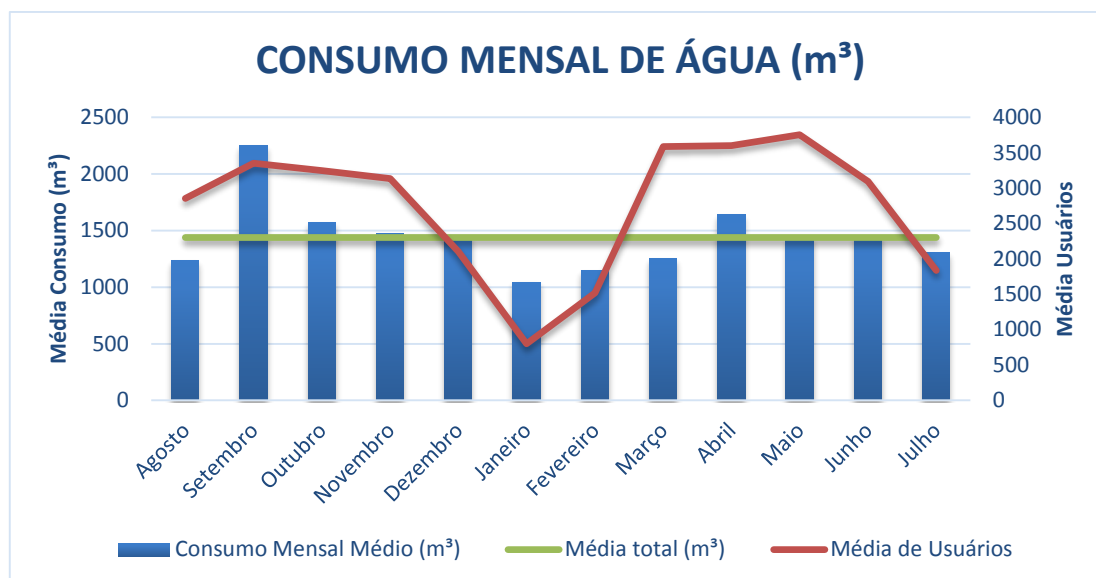


Gráfico 13: Consumo médio mensal de água na UTFPR *Campus* Pato Branco no período de agosto de 2011 a julho de 2016
Fonte: Autoria própria, 2016.

Tendo como base o Gráfico 13 da figura anterior, podemos verificar que o mês que possui em média o maior consumo de água, é o mês de setembro, com aproximadamente 2300 m³, e que o mesmo mês apresenta o maior consumo de água.

Portanto, levando-se em consideração o montante financeiro gerado pelo consumo de água potável, tem-se a proposta de fazer a utilização de fontes alternativas de captação de água no *Campus* Pato Branco.

A lei municipal de Pato Branco N^o 2349, de 18 de junho de 2004, instituiu que as novas edificações educacionais, independente da área que compreende, devem possuir um sistema de captação de água alternativo, o qual pode ser captação de águas pluviais ou ainda de águas servidas.

Mesmo que não estejam sendo feitas novas construções, optou-se em fazer um estudo e pré-dimensionamento para as construções já existentes na universidade.

Neste trabalho optou-se em analisar para o *Campus* Pato Branco, o sistema de captação, armazenamento e utilização de água proveniente da chuva. Para isso será realizado o levantamento das dimensões da área de captação (telhado) dos blocos da UTFPR, bem como pesquisas relacionadas à intensidade da precipitação e coeficiente de aproveitamento da água pluvial para o município de Pato Branco, para assim poder realizar o projeto de dimensionamento do sistema de captação de água da chuva.

Também será realizada a estimativa da quantidade de água utilizada em vasos sanitários, em relação ao custo que isso gera, bem como sua possível redução ao se implantar este novo sistema (aproveitamento de água da chuva).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade significa fazer o uso correto dos recursos naturais da Terra, como a água, as árvores, o solo, os minerais, dentre outros. A sustentabilidade possui três pilares: Ambiental, Econômico e Social (PEREIRA, 2013).

Atualmente o termo sustentabilidade tem sido notadamente empregado na área da construção civil. Com isso, a sustentabilidade é pensada desde a concepção do projeto até a fase de construção da edificação. Além disso, após a conclusão da construção, a sustentabilidade é levada em conta até na fase de limpeza final da obra, como por exemplo na reutilização de materiais considerados, até então, como entulhos, conforme Figura 1 (PEREIRA, 2013).

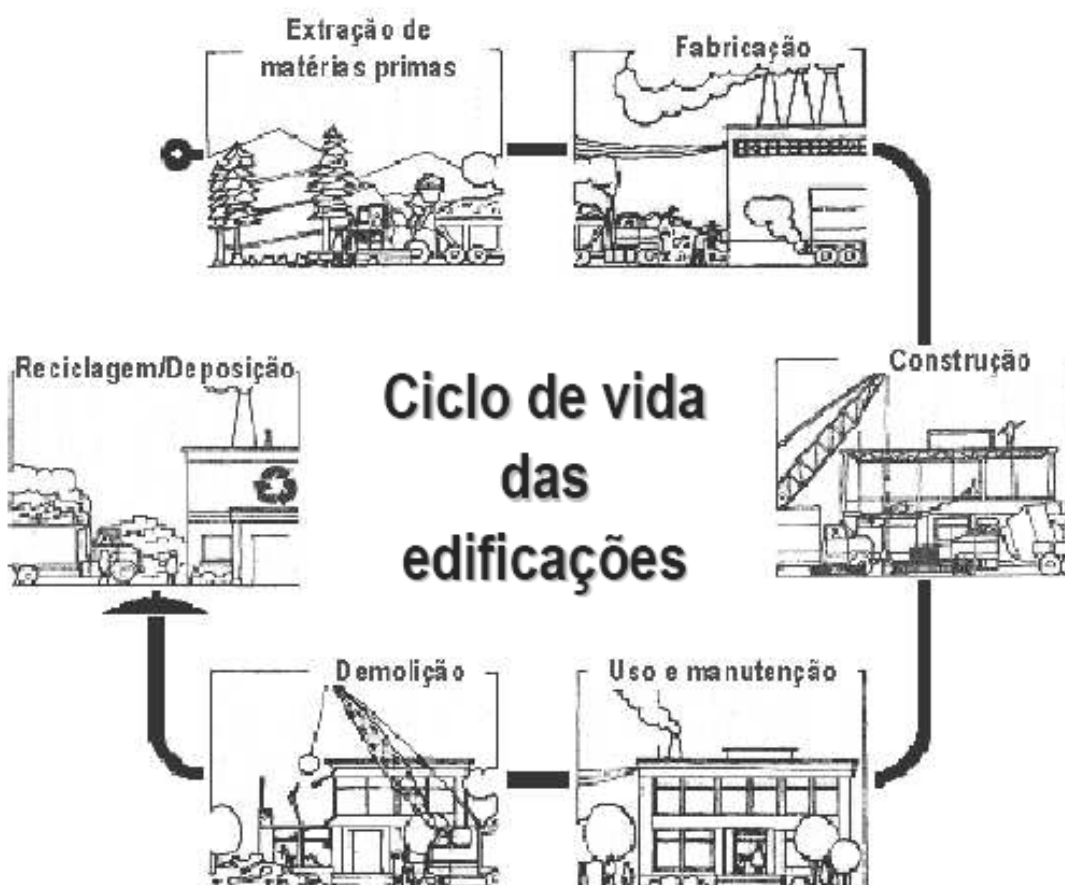


Figura 1: Ciclo de vida das edificações
Fonte: Pereira (2013).

Pereira (2013), afirma ainda que deve-se fazer a comparação da vida útil da obra em relação aos materiais utilizados, pois se espera que ao retirar a matéria prima da natureza, tenha-se uma construção durável, e com pouca necessidade de manutenção.

Tavares (2006) *apud* Pereira (2013), afirma que, a nível mundial, o setor da construção civil consome aproximadamente 50% dos recursos naturais disponíveis, além de 40% de insumos energéticos. E para o ultimo citado, leva-se em consideração os gastos de energia durante a vida útil das edificações, além da energia gasta na produção dos materiais de construção e durante a construção dos edifícios.

Para a concepção de um projeto sustentável, deve-se levar em consideração as possíveis fontes alternativas existentes, como o aquecimento solar, iluminação natural e aproveitamento de água da chuva. “O conceito de um Projeto Sustentável é um sistema que promove intervenções sobre o meio ambiente, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras” (PEREIRA, 2013).

Atitudes sustentáveis, por menores que sejam, são de suma importância para o progresso mundial. Um dos grandes avanços que houve no que tange a sustentabilidade foi a Agenda 21, que nada mais é do que um documento que serve de instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis. Este documento é feito de acordo com a localidade geográfica e leva em consideração os três pilares da sustentabilidade (AGENDA 21, 1995)

No Brasil, a Agenda 21 foi aprovada em 1992 durante a conferência das Nações Unidas que tratou sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nesta conferência, o principal assunto foi em relação à água, mais precisamente sobre a proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos (GIACCHINI, 2010).

Uma das exigências para o desenvolvimento sustentável é a erradicação da pobreza, e para isso é necessário que cada país desenvolva seus programas específicos, como por exemplo, proporcionar acesso à educação e a saúde, acesso ao sistema de abastecimento de água e saneamento, acesso a moradias e alimentação saudável (AGENDA 21, 1995).

A Agenda 21 (1995) estabelece que, em âmbito nacional, é necessário analisar critérios para mitigar o impacto humano sobre o meio ambiente, bem como o impacto ambiental sobre os humanos.

2.2 CICLO URBANO DA ÁGUA

Tucci (2002) *apud* Giacchini (2010) afirma que vários fatores influenciam no ciclo hidrológico, dentre eles o tipo de cobertura do solo, se é permeável (exemplo: vegetação) ou impermeável (exemplo: asfalto). Infelizmente, o que se vê atualmente em grandes centros é a grande impermeabilização do solo, seja pela construção de edifícios ou pela pavimentação asfáltica, além do mais, normalmente os rios são canalizados ou ainda não são conservadas as áreas de preservação permanente.

Em locais com pouca ou nenhuma cobertura por vegetação, seja densa ou rasteira, a água proveniente da chuva é encaminhada através das bocas de lobo para galerias, onde posteriormente são lançadas nos rios. O grande problema neste processo é a quantidade de lixo que tem nas ruas e que com a chuva são acarreados para as bocas de lobo e conseqüentemente poluindo os rios (GIACCHINI, 2010).

A Figura 2, a seguir, mostra a o ciclo da água no meio urbano, onde há grande interferência humana.

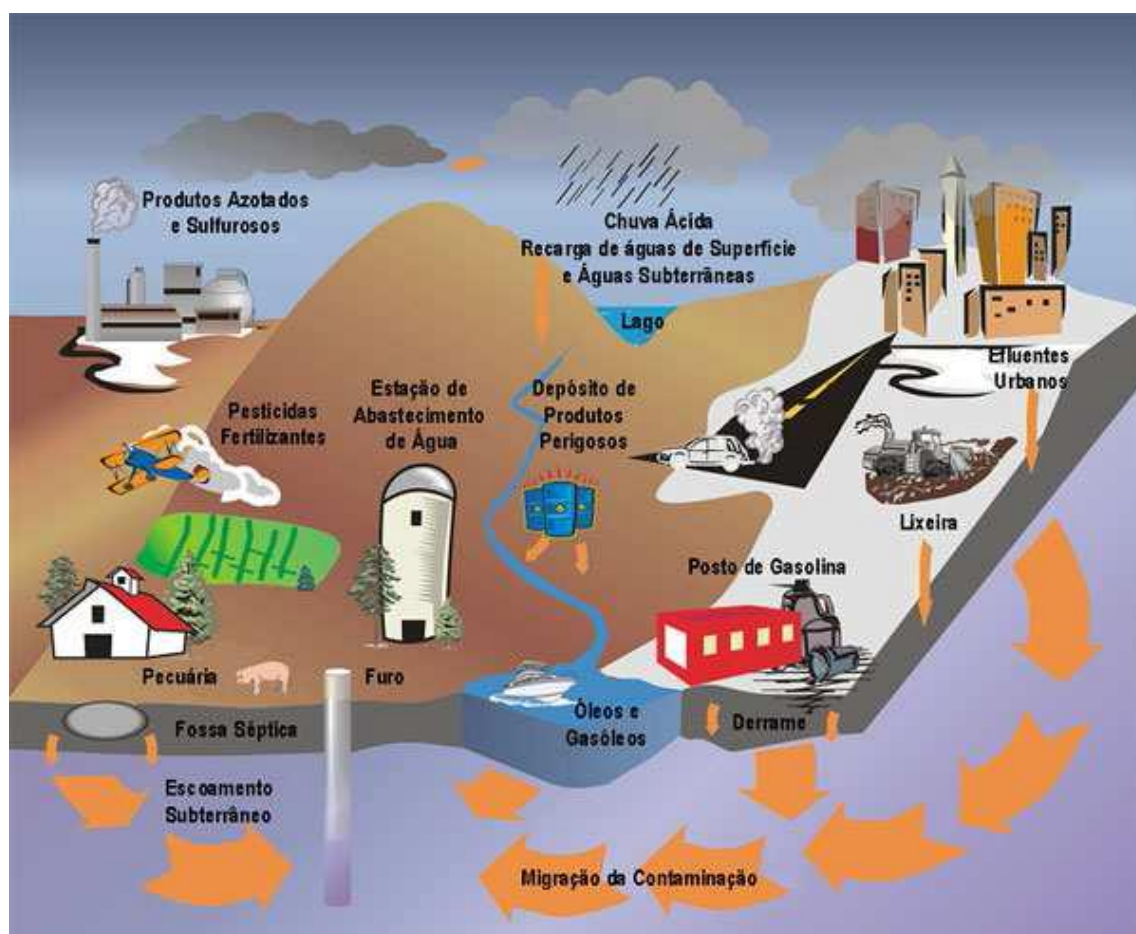


Figura 2: Ciclo hidrológico urbano
Fonte: Giacchini (2010).

Jasrotia, Majhi e Singh (2009) *apud* Giacchini (2010), concluíram que deve ter um equilíbrio hídrico entre a entrada da precipitação e a vazão de saída da água, que por meios naturais é a infiltração no solo, o escoamento superficial e a evapotranspiração. E quando não for possível utilizar somente meios naturais, deve-se fazer um bom gerenciamento de galerias pluviais, para que este método não interfira no balanço hídrico.

Como a água na superfície terrestre está cada vez mais escassa, e as águas dos rios e lagos estão cada vez menos potável, muitas pessoas e até mesmo indústrias estão utilizando a água disponível no aquífero. Então Nogueira (2003), afirma que uma solução seria forçar a recarga do aquífero, visto que a demanda de água está superando a oferta.

Giacchini (2010) afirma que a urbanização afeta o equilíbrio da bacia hidrográfica, visto ao grande escoamento superficial da água, que gera picos de vazão causando as enchentes.

2.2.1 O Ciclo Hidrológico

Ciclo hidrológico é o termo utilizado para designar o movimento da água partindo do oceano, por exemplo, até chegar novamente no oceano. Assim pode-se dizer que o ciclo não tem início, nem fim (BERTONI e TUCCI, 2009). A Figura 3, a seguir, mostra o ciclo da água.

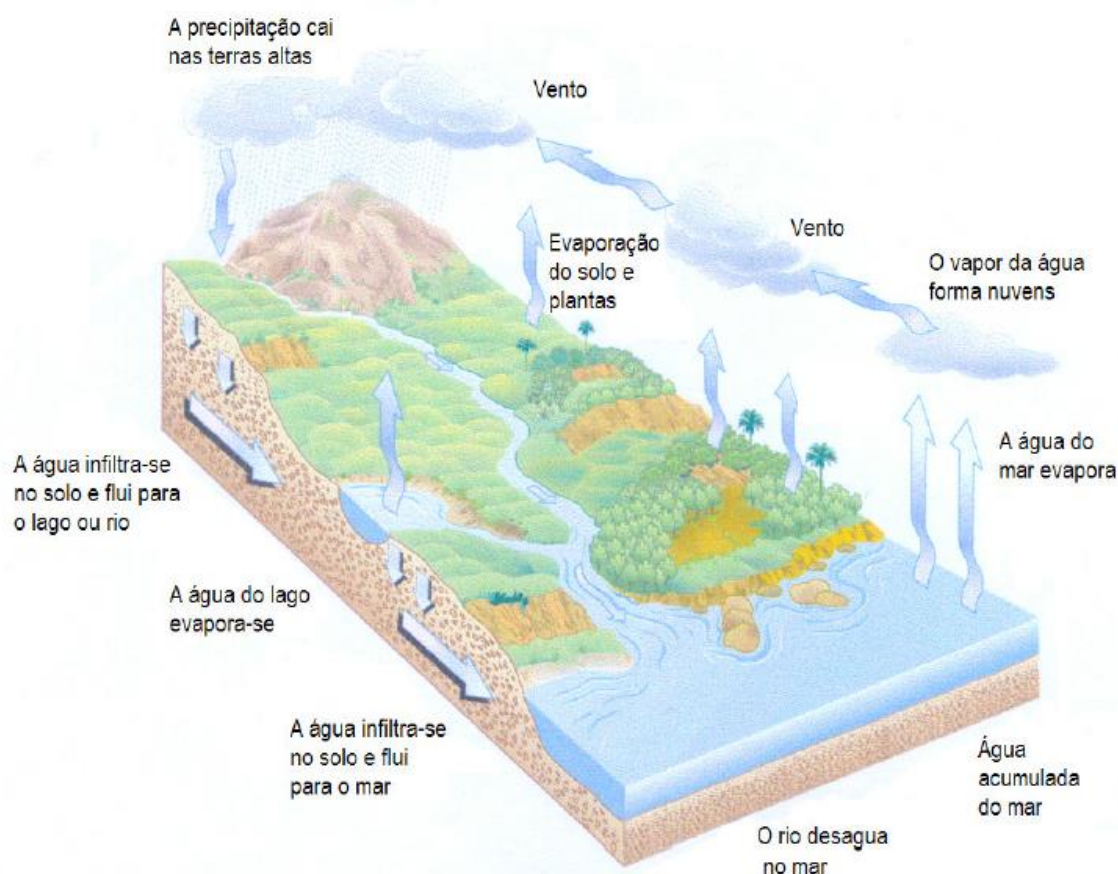


Figura 3: Ciclo hidrológico
Fonte: May (2004).

De acordo com a Figura 3, após ocorrer a precipitação, uma parte da água infiltra no solo somando-se a água subterrânea, ou ainda flui para lagos ou rios que se encontram em altitudes inferiores, outra parcela esco superficialmente através de vales, formando os rios, e outra parcela da água proveniente da precipitação e que estava sobre a superfície é evaporada. Além de apresentar o ciclo hidrológico, pode-se verificar o balanço hídrico (BERTONI e TUCCI ,2009).

Bertoni e Tucci (2009) afirmam que a água dos rios desce as montanhas até chegarem ao mar. O sol, por sua vez, tem grande papel neste ciclo, auxiliando na evaporação da água. O vapor de água forma as nuvens, e com o auxílio do vento as nuvens se deslocam e ocorre novamente a precipitação, formando assim o ciclo da água.

Com isso, Chow (1964) *apud* Giacchini (2010), afirma que vários fatores são fundamentais para que ocorra o ciclo hidrológico, são eles: os fatores climáticos, os geográficos e os biológicos. Além disso, como já citado anteriormente, o ciclo

hidrológico envolve vários processos complexos e que são de suma importância para o equilíbrio do meio ambiente.

Garcez e Alvarez (1988) afirmam que o ciclo hidrológico é composto por duas fases principais: a fase atmosférica, que compreende as precipitações, e a fase terrestre, que compreende os escoamentos subterrâneo e superficial e a evaporação, onde ambas possuem três etapas, são elas: o armazenamento temporário de água, transporte e mudança de estado.

2.3 CONSUMO DE ÁGUA

De acordo com o Instituto Brasileiro de Sustentabilidade (InBS), cerca de 37% da água, no Brasil, se perde entre a estação de tratamento e o hidrômetro. Isso se deve por vários fatores, dentre eles as ligações clandestinas e os vazamentos. Além de estar desperdiçando água potável, tem-se um imenso prejuízo financeiro.

A qualidade e a quantidade de água, nos últimos anos, têm sido bastante prejudicadas. A degradação do meio ambiente aliada ao desperdício de água potável faz com que a oferta diminua gradativamente. Visto que a demanda tem sido cada vez maior, e a oferta cada vez menor, principalmente em grandes centros urbanos, uma das soluções imediatas adotadas é a racionalização de água (PEREIRA, 2013).

Para Oliveira, Christmann e Pierezan (2014), um dos fatores que influenciam no grande desperdício de água é a falta de orientação e sensibilização das pessoas. Isso se deve pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos hidráulicos, ou por negligência do usuário ou por falta de manutenção nos aparelhos e equipamentos. Costa e Telles (2010) *apud* Garzão (2013) mostram, na Tabela 1 a seguir, o consumo médio de água a nível mundial de acordo com a faixa de renda da população.

Tabela 1 – Consumo médio de água no mundo – faixa de renda
Grupo de renda Utilização anual - m³/hab.

Baixa	386
Média	453
Alta	1167

Fonte: Adaptado de Costa e Telles (2010) *apud* Garzão (2013).

Uma forma de desperdício pode ser por vazamentos no sistema hidráulico nas edificações. Marinowski (2007) classifica os vazamentos em visíveis e não-visíveis. Para o caso de não-visíveis, deve-se ter maior cautela, e utilizar equipamentos

próprios para isso, visto que, neste caso, as tubulações estão enterradas ou embutidas na parede.

Considerando o grande desperdício de água atualmente, Tomaz (2001) apresenta algumas medidas para se economizar água. Estas medidas estão demonstradas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Medidas convencionais de conservação da água e as porcentagens aproximadas de economia para medidas agressivas na cidade de Province, Estados Unidos, prevista para o ano 2010

Medidas convencionais de conservação da água	Porcentagem aproximada de economia prevista
Consertos de vazamentos nas redes públicas	32%
Mudanças nas tarifas	26%
Leis sobre aparelhos sanitários	19%
Consertos de vazamentos nas casas	8%
Reciclagem e reuso da água	7%
Educação pública	5%
Redução de pressão nas redes públicas	3%
Total	100%

Fonte: Adaptado de Tomaz (2001).

Analisando a tabela anterior, podemos perceber que o grande problema relacionado ao desperdício está ligado em grande parte, a vazamentos tanto na rede pública quanto dentro das edificações. Além disso, se houvesse padronização e exigências quanto aos aparelhos sanitários ou ainda houvesse o aproveitamento de águas pluviais ou servidas, reduziria o consumo de água. Com essas práticas, além de reduzir o desperdício, reduziria também o gasto e o impacto que gera no meio ambiente.

2.4 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Nos últimos anos houve um grande aumento da demanda de água, e isso é um desafio para a sociedade, pois a oferta vem diminuindo. Sendo assim, utilizam-se técnicas que minimizem essa escassez. Uma dessas técnicas é o aproveitamento de águas pluviais, que nada mais é do que a utilização da água proveniente da chuva para usos potáveis e não potáveis (PEREIRA, 2013).

A técnica de aproveitamento de água de chuva já existe há muito tempo, um dos registros mais antigos data de 850 a.C., já no Brasil, têm-se registros que datam de 1943 (GIACCHINI, 2010).

Para se implantar esse sistema, é necessário que haja uma política de incentivo à instalação (MAY, 2004). É recomendado utilizar este sistema em áreas de precipitação elevada, com escassez de abastecimento ou ainda onde se extraia água subterrânea.

May (2004) aponta dois fatores positivos no uso de água de chuva em áreas urbanas, o primeiro é a redução do consumo de água potável disponibilizado pela concessionária, e conseqüentemente a diminuição dos gastos referentes. O segundo é a melhoria na distribuição da água da chuva nas galerias, ou seja, diminui a quantidade de água a passar nas galerias, principalmente nos momentos de pico, podendo evitar inundações.

Outras vantagens deste sistema é o baixo impacto ambiental e o fato de que este complementa o sistema da concessionária. No entanto este sistema tem grande desvantagem em período de estiagem, não tendo como fazer o processo de captação de água para abastecimento (MAY, 2004).

Em residências, a água da chuva pode ser utilizada em várias atividades sem fins potáveis, como por exemplo, descarga de vaso sanitário, lavagem de roupas, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e rega de jardins (Marinoski, 2007). Já nas universidades ou escolas públicas, o sistema de aproveitamento de água da chuva é utilizado principalmente na descarga de vaso sanitário, além de poder ser utilizado em lavagem de pisos, rega de jardins, lavagem de carros, dentre outros.

De acordo com May (2004), o sistema de aproveitamento de água da chuva tem como componentes a área de coleta da água pluvial, que normalmente se dá em telhados, os condutores horizontais e verticais, e o reservatório de armazenamento.

A área de coleta de água da chuva em telhados é descrita na ABNT NBR 15527 (2007) como a área da projeção horizontal do telhado da edificação. May (2004) afirma que a quantidade de água precipitada é um fator determinante para a determinação do volume a ser escoado. A Figura 4 mostra um exemplo de área de coleta de edificação com telhado de duas águas.



Figura 4: Área de coleta de água de chuva - telhado
Fonte: May (2004)

Normalmente caem sobre o telhado muitas folhas de árvores, as quais podem prejudicar o bom funcionamento do sistema, entupindo os canos que conduzem a água até o reservatório. Existe hoje no mercado, uma peneira para calha, a qual é colocada sobre a mesma e percorre todo o seu comprimento. Essa peneira auxilia para se fazer a retirada das folhas e gravetos (May, 2005).

May (2004) afirma que o sistema de condutores verticais e horizontais é normalmente composto por tubos de PVC. Os condutores têm a função de transportar a água da chuva até chegar no reservatório, e devem ser dimensionados de acordo com a ABNT NBR 10844 (1989) e com a ABNT NBR 15527 (2007).

O reservatório de armazenamento de água pluvial deve ser dimensionado levando em consideração tanto a demanda de água para uso não-potável quanto a oferta de água proveniente da chuva. Deve-se levar em consideração também o tempo de armazenamento da água no reservatório, devido à mínima qualidade da água. (May, 2004)

No projeto de reservatórios para usos não-potáveis, deve conter extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Ainda, a água deve ser protegida da incidência de luz e da presença de pequenos animais que podem entrar pelas tubulações. (ABNT NBR 15527, 2007)

O sistema de aproveitamento de água pluvial deve ser independente do sistema de utilização de água potável. (ABNT NBR 15527, 2007).

A Figura 5 a seguir, mostra o esquema de captação de águas pluviais, onde está identificado cada componente do sistema, desde os componentes de captação,

que são o telhado as calhas e os condutores, até o componente de armazenamento que são os reservatórios.

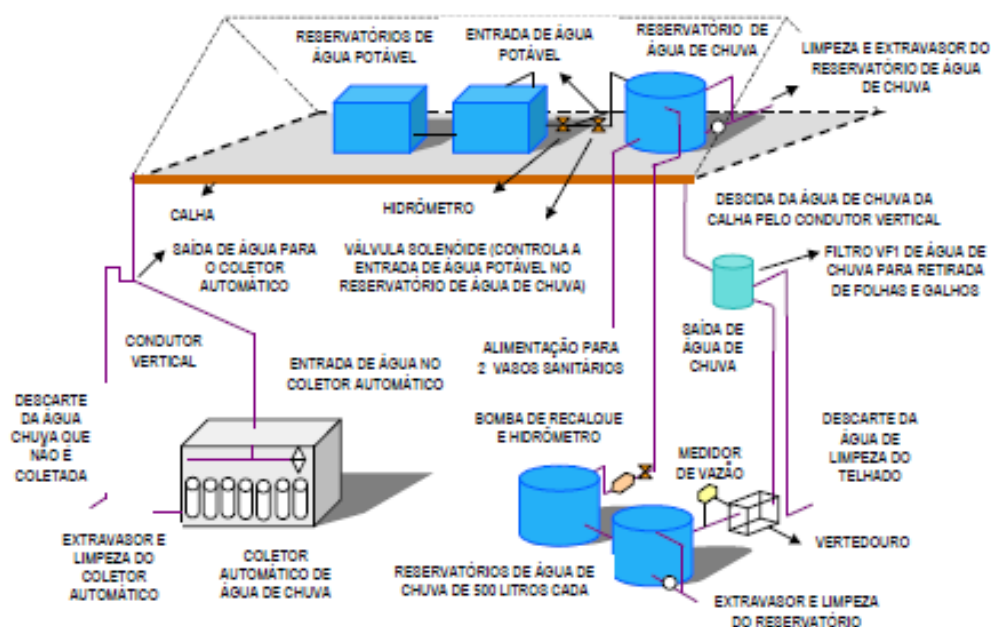


Figura 5: Esquema de coleta e aproveitamento de água de chuva instalado no CTCC - Centro de técnicas de Construção Civil
Fonte: May (2004).

Como dito anteriormente, e conforme a figura anterior, a água proveniente da chuva é captada pela área de telhado, e conduzida para os reservatórios através dos condutores verticais e horizontais.

A coleta dos primeiros milímetros de chuva deve ser descartada, devido ao acúmulo de poeira e insetos no telhado, os quais diminuiriam a qualidade da água. De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, é recomendado o descarte dos dois primeiros milímetros de chuva, no entanto Tomaz (2009) expõe em seu livro que este valor depende do local onde será escoado, ou seja, quando o telhado for limpo e tenha chuvas frequentes, pode ser descartado somente os primeiros 0,5 milímetros, já se for um local onde haja muitos detritos orgânicos é recomendado o descarte dos primeiros 8 milímetros. Esse descarte é imprescindível após um longo período de estiagem.

Para se ter um bom funcionamento do sistema de captação, deve-se tomar alguns cuidados em relação à instalação e manutenção do sistema. A ANBT NBR 15527 (2007) propõe a frequência de manutenção do sistema, conforme Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Frequência de manutenção

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

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 15527 (2007)

De acordo com a tabela anterior, para os condutores verticais e horizontais, é necessário fazer a limpeza semestralmente. No entanto, caso a região onde está localizada a edificação for próximo a locais de vegetação alta, a limpeza deve ocorrer mais frequentemente, visto que as folhas que vierem a cair sobre a superfície de coleta irão dificultar o escoamento da água da chuva. Os prazos sugeridos pela ABNT NBR 15527 (2007) devem ser levados em consideração visto a qualidade da água desejada.

2.4.1 Qualidade da água

A qualidade da chuva depende de alguns fatores, como por exemplo, a sua trajetória. Tomaz (2009) afirma que a qualidade da água da chuva possui quatro etapas. A primeira é antes de atingir o solo, que se refere à qualidade da água antes de entrar em contato com qualquer superfície. A segunda etapa é após escorrer pelo telhado, pois os dejetos e poeira que estão sob o telhado vão interferir na qualidade da água, por isso recomenda-se o descarte de uma parcela da água da chuva. A terceira etapa é dentro do reservatório, onde os sólidos da água armazenada se depositam no fundo do reservatório. E a quarta e última etapa é no ponto de uso, ou seja, devido ao tipo de utilização, para diferentes pontos de uso a qualidade da água é diferente.

A Tabela 1 da ABNT NBR 15527:2007 apresentada na Tabela 4 a seguir, mostra os parâmetros de qualidade de água que devem ser considerados para usos não potáveis. Caso o uso de água não potável se dê em torneiras destinadas somente a lavagem de pisos, a mesma deve conter um aviso sobre, pois há a possibilidade de ingestão de água por crianças, ou ainda por adultos que desconhecem o sistema.

Tabela 4: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não-potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de PH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção		
^b uT é a unidade de turbidez		
^c uH é a unidade de Hazen		

Fonte: ABNT NBR 15527 (2007).

Observando a tabela anterior, percebe-se que mesmo sendo uso não-potável da água da chuva, a mesma deve atender aos parâmetros mínimos de qualidade.

O tratamento da água da chuva depende de alguns fatores, como a qualidade da água ao ser coletada do telhado, e qual a finalidade de utilização da mesma. No caso de utilização da água para uso não potável, o tratamento pode ser simples, como sedimentação natural, filtração simples e cloração (MAY, 2004).

3 METODOLOGIA

Tendo em vista que o presente trabalho tem como objetivo geral apresentar uma proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, a pesquisa se enquadra em um estudo bibliográfico juntamente com a pesquisa de campo, pois será levantado em campo a área de coleta de água da chuva, bem como a quantidade de sanitários em cada bloco do *Campus*. O presente trabalho é classificado como exploratório, visto os procedimentos técnicos adotados, o emprego da pesquisa preliminar.

Em relação ao método de abordagem, o presente trabalho é classificado como quantitativo/qualitativo, pois além de apresentar resultados de forma numérica, será realizado uma análise dos mesmos de forma a propor uma implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais no *Campus*.

A Figura 6 apresenta o modo em que foi conduzido o presente trabalho.

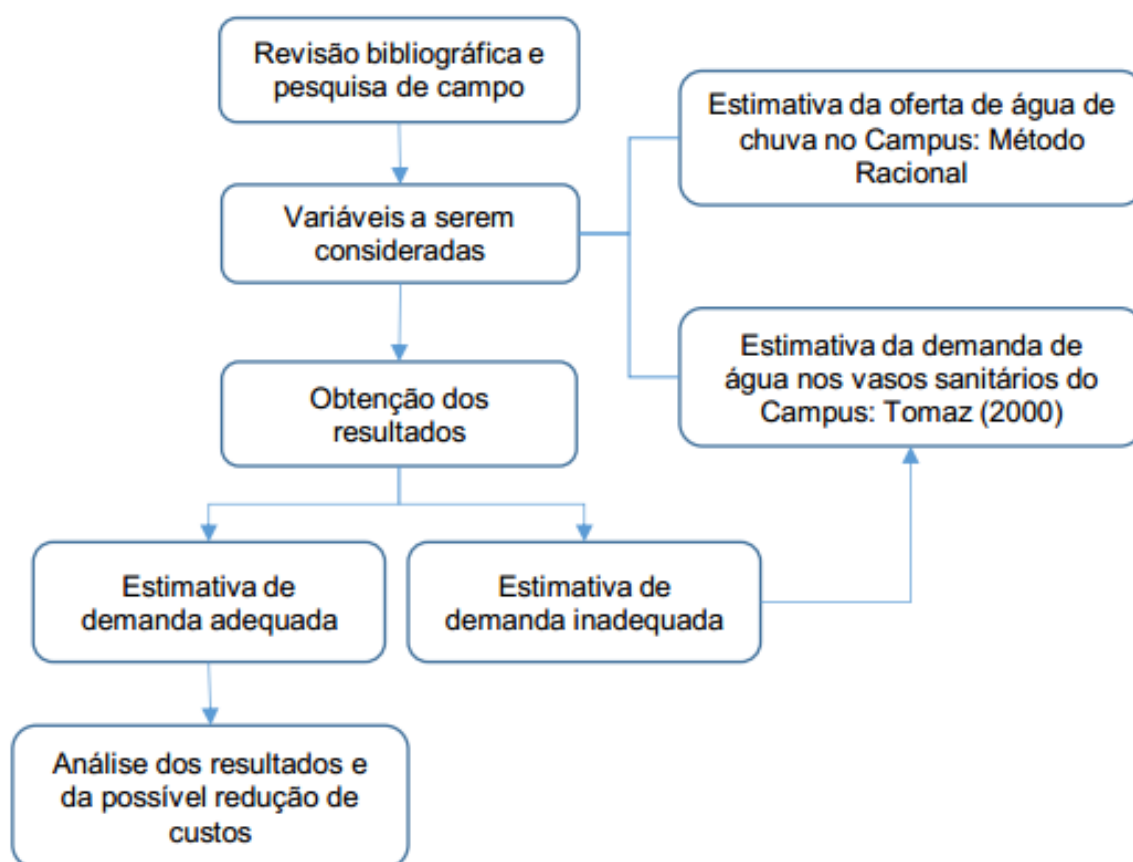


Figura 6: Etapas da realização da pesquisa
Fonte: Autoria própria (2017)

Para a realização do presente trabalho, foram necessários alguns dados referentes ao *Campus*, são eles:

- Consumo (m^3) e gastos (R\$) com água no *Campus*, obtido junto ao Departamento de Serviços Gerais (DESEG);
- População do *Campus* (alunos, professores, terceirizados, estagiários e técnicos administrativos), obtidos junto à Diretoria de Graduação e Educação Profissional (DIRGRAD).

Foi preciso entrar em contato também com a SANEPAR, para obter a metodologia de cobrança referente à água potável no *Campus*.

Além dos dados disponibilizados pelo *Campus*, foi necessário fazer algumas aferições e medições *in loco*:

- Como o *Campus* não possuía a relação de vasos sanitários, onde havia apenas as plantas baixas referente ao projeto arquitetônico de cada bloco, planta essa disponibilizada pelo Departamento de Projetos (DEPRO), foi necessário fazer a conferência do quantitativo de sanitários;
- O Departamento de Projetos (DEPRO) disponibilizou um arquivo compatível com o software AutoCAD, contendo a planta baixa e as curvas de nível da UTFPR, no entanto foi necessário conferir algumas medidas da área de projeção da cobertura e das edificações da UTFPR *Campus* Pato Branco, bem como a altura da edificação e do telhado.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) localiza-se na Via do Conhecimento, Km 1 na região norte do Município de Pato Branco, o qual está inserido na região sudoeste do estado do Paraná.

Conforme os dados disponibilizados referentes à quantidade de usuários em cada mês no *Campus*, apresentado no Apêndice B, considerando dados no período de agosto de 2011 a julho de 2016, a UTFPR possui uma média de aproximadamente 2740 usuários por mês.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), o município de Pato Branco está inserido na sub-bacia hidrográfica do Baixo Iguaçu, e capta recurso hídrico para abastecimento, do Manancial do Rio Pato Branco. No entanto, necessita de uma ampliação do sistema de abastecimento, visto o aumento da população.

A UTFPR surgiu em meados de 1909, no entanto somente em 1989 que se iniciaram as obras da construção da instituição de ensino no município de Pato Branco – Paraná, a qual nesta época se denominava Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) e se transformou em Universidade Tecnológica Federal do Paraná em 2005. O *Campus Pato Branco* possui aproximadamente 141.000 m², desses, aproximadamente 21.165 m² corresponde à área impermeável, contendo vinte e sete (27) blocos destinados ao ensino, pesquisa e extensão, além de blocos de apoio, como por exemplo, o almoxarifado e a marcenaria, e a caixa d'água que é considerada um bloco (UTFPR. 20 p.).

A Figura 7 é uma vista superior do *Campus Pato Branco*, mostrando a localização de cada bloco/setor da universidade.



Figura 7: Mapa de localização dos principais setores do *Campus Pato Branco*
Fonte: Adaptado de Mapa UTFPR

Na Figura 7, alguns blocos não eram apresentados ou não estavam visíveis, por isso foi realizado um ajuste no mapa, sem escala, apenas para reconhecimento da área de estudo, como por exemplo:

- O bloco G é a guarita e está localizada entre os blocos A e W, onde aparece apenas uma superfície de cor escura;
- O bloco E é a caixa d'água da UTFPR, e está localizada logo acima do bloco F;
- O bloco RU, é o Restaurante Universitário localizado próximo ao bloco T (anfiteatro) e bloco Y (marcenaria);
- É o alojamento, que é considerado desativado, no entanto serve como depósito.

Analisando a quantidade de banheiros em cada bloco, conforme Apêndice A, podemos verificar que o Campus Pato Branco possui 184 vasos sanitários com sistema de acionamento de válvula de descarga, 9 vasos sanitários com caixa de descarga, 40 mictórios individuais e 8 mictórios coletivos.

3.2 ESTIMATIVA DA OFERTA DE ÁGUA PROVENIENTE DA PRECIPITAÇÃO

Considerando a proposta de aproveitamento de águas pluviais, tem-se a necessidade de calcular a oferta de água, tão logo é necessário levar em consideração os dados de precipitação e intensidade da chuva, para a região de Pato Branco – PR.

A oferta de água pluvial será calculada para a situação mais preocupante, que é a de precipitação de alta intensidade e de curto período, com isso terá a vazão máxima. Será utilizado este critério para aproveitar o máximo de água de precipitação, evitando que a mesma seja desperdiçada e ainda que venha a causar danos, como por exemplo, enchentes.

Este critério de dimensionamento será utilizado também, para determinar o volume do reservatório, considerando que o mesmo deva ser dimensionado para armazenar todo o volume de água proveniente da precipitação.

A ABNT NBR 15527 (2007) sugere a utilização de seis métodos para o dimensionamento do reservatório, os quais levam em consideração principalmente a área de captação da chuva e a precipitação. Há também outro método de obtenção do volume do reservatório, que é denominado método racional.

O método racional é apresentado por Wilken (1972) apud Tomaz (2010), onde inclui o coeficiente de escoamento, a intensidade máxima e a área de contribuição, conforme equação a seguir:

$$Q_{max} = 0,278 * c * i * A \quad (1)$$

Onde:

C é o coeficiente de *runoff*, ou coeficiente de escoamento superficial;

i é a intensidade de precipitação em mm/h;

A é a área de contribuição em Km²;

Q_{max} é a vazão máxima em m³/s.

De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, o coeficiente de *Runoff* é um coeficiente de escoamento superficial que varia de acordo com a superfície, e representa a relação entre o volume total escoado superficialmente e o volume total precipitado, ou seja, leva em consideração a perda de água na captação, devido à evaporação ou ainda na lavagem do telhado (primeiros milímetros de chuva).

Tomaz (2009) apresenta em sua pesquisa o valor do coeficiente de *Runoff* para alguns materiais contidos na superfície de escoamento (Tabela 5).

Tabela 5: Coeficiente de *Runoff* médio

MATERIAL	COEFICIENTE DE <i>RUNOFF</i>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2009).

O coeficiente de *Runoff* varia entre 0 e 1, o qual representa a porcentagem de água que é escoada para o sistema de captação, considerando as perdas no processo. Costa (2011) afirma que no Brasil, o valor mais adotado para o coeficiente de *Runoff* é 0,8, que corresponde a 20% de perdas, as quais podem ser devido à evaporação ou ainda a limpeza do telhado.

Tomaz (2009) apresenta outra tabela de coeficientes de *Runoff*, os quais são utilizados para o selo de certificação de qualidade da construção (LEED), e ainda sugere a utilização do valor do coeficiente de 0,95, afirmando que este é o melhor valor a ser utilizado. A Tabela 6 apresenta alguns destes valores.

Tabela 6: Coeficientes de *Runoff* conforme LEED existing buildings (2009)

Tipo de superfície	Coeficiente de <i>Runoff</i>
Pavimento asfáltico	0,95
Pavimento concreto	0,95
Pavimento de tijolos	0,85
Pavimento de pedras	0,75
Telhado linha de base	0,95
Telhado verde <10cm	0,50
Telhado verde entre 10cm e 20cm	0,30
Telhado verde entre 20cm e 50cm	0,20
Telhado verde >50cm	0,10

Fonte: Adaptado de Tomaz (2009).

Como pode ser observado na tabela anterior, quanto mais impermeável for a superfície de escoamento, mais o coeficiente de escoamento se aproxima de 1,0, e quanto mais permeável, mais o coeficiente de escoamento se aproxima de 0,0.

Schueler (1987) *apud* Tomaz (2010) apresenta uma equação para obtenção de uma estimativa do coeficiente de *Runoff*, a qual leva em consideração a área impermeável. A equação é dada por:

$$Rv = 0,05 + 0,009 * AI \quad (2)$$

Onde:

Rv = coeficiente volumétrico adimensional, neste caso igual ao coeficiente de *Runoff*;

AI = área impermeável em porcentagem.

A segunda variável para determinação da vazão de entrada no reservatório para cada bloco, é a intensidade pluviométrica, a qual está diretamente ligada à precipitação. Bertoni e Tucci (2009) definem precipitação como qualquer estado físico da água que atinja a superfície, como chuva, neblina, granizo, dentre outros. Contudo, o estado físico mais relevante considerado na Hidrologia é a chuva, visto o potencial de escoamento da água na forma líquida, diferentemente dos outros estados.

A precipitação é medida em milímetros, medida esta que corresponde a 1 (um) litro a cada metro quadrado. As principais características a serem analisadas na precipitação são a intensidade, duração e frequência em que ocorre.

As precipitações mais preocupantes são as que ocorrem com grande intensidade em um curto período de tempo, as quais são chamadas de convectivas. Já as precipitações de pequena intensidade e de grande duração são chamadas de

orográficas, e as precipitações de intensidade média e de grande duração são chamadas de frontais ou ciclônicas (BERTONI e TUCCI, 2009).

No presente trabalho serão abordadas as precipitações convectivas, visto que são de grande intensidade em um curto período, as quais propiciam a ocorrência de enchentes e conseqüentemente prejuízos à população e ao meio.

A intensidade para o município de Pato Branco será calculada de modo simplificado, pela equação da chuva da cidade, criada por Fendrich (1991) apud Festi [s. d.], a qual foi elaborada levando em consideração dados históricos de precipitação.

$$i_{max} = \frac{879,73 * Tr^{0,152}}{(Td + 9)^{0,732}} \quad (3)$$

Onde:

I= Intensidade pluviométrica máxima (mm/h)

Tr = Tempo de recorrência (anos)

Td = Tempo de duração (min)

A ABNT NBR 10844 (1989) estabelece o tempo de recorrência (Tr) em consideração a área a ser drenada:

Tr= 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

Tr = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

Tr = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado

A ABNT NBR 10844 (1989) estabelece ainda que a duração de precipitação (Td) deve ser fixada em 5 minutos.

A área de contribuição do telhado para o pré-dimensionamento de condutores e calhas leva em consideração a inclinação do telhado e a presença ou não de platibanda, de acordo com a ABNT NBR 10844 (1989).

A ABNT NBR 15527 (2007) trata da área de captação de águas pluviais, como a área da projeção horizontal da cobertura, sendo assim para a determinação da área de captação basta medir a área horizontal da projeção da cobertura em cada bloco da universidade.

Tomaz (2010) apresenta métodos de dimensionamento de reservatório de detenção de águas pluviais, visto que para grande intensidade e curta duração essa água pode ocasionar enchentes.

O método a ser tratado neste relatório é o método racional, onde o volume de detenção é igual à diferença entre o volume de entrada e o volume de saída de água da chuva, conforme equação a seguir. (TOMAZ, 2010)

$$V_s = Q_p * t_d - \frac{I_p * (t_d + t_c)}{2} \quad (4)$$

Onde:

V_s = volume de detenção, em m^3 ;

Q_p = pico da vazão de entrada, em m^3/s ;

t_d = tempo de duração da chuva, em min;

I_p = pico da vazão de saída, em m^3/s ;

t_c = tempo de concentração, em min.

Como neste relatório a intenção é calcular o volume do reservatório de água, será considerado que a vazão de saída no tempo t é nula, e que a vazão de entrada no tempo t é máxima, obtendo portanto uma simplificação da equação anterior:

$$V_s = Q_p * t_d \quad (5)$$

Sendo que:

Q_p é a vazão máxima de entrada (m^3/s);

t_d é o tempo de duração (min);

V_s é o volume máximo de detenção da água da chuva (m^3).

3.3 ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA NO CAMPUS

Para realizar a estimativa da demanda de água para os blocos da UTFPR é necessário verificar quais são os pontos de utilização de água na UTFPR, além de verificar quais são os pontos em que seja possível a utilização de água não-potável.

Em um levantamento prévio, verificou-se que, na UTFPR, há os seguintes pontos de consumo de água:

- Vasos sanitários;
- Chuveiros;
- Torneiras de balcão;
- Torneiras de balcão de uso exclusivo em laboratórios;
- Torneiras para lavagem de piso;
- Torneiras de jardim;

- Rega de plantas nas estufas do curso de Agronomia;
- Cozinhas (Restaurante Universitário, Cantina e Bloco D).

Dos locais apresentados anteriormente, a utilização de água não-potável é aconselhada para vasos sanitários, torneiras para lavagem de piso e de jardim e no uso de rega de plantas nas estufas.

AWWA (1995) *apud* Tomaz (2000) fez um estudo, no ano de 1991, em 5 escolas e universidades em Denver - Colorado, em relação ao uso da água, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Uso da água em cinco escolas e universidades em Denver, Colorado

Uso da água	Uso da água em porcentagem
Consumo doméstico	47,8
Água para rega de jardins	29,5
Água para resfriamento e aquecimento	5,4
Água para resfriamento sem aproveitamento	5,2
Água para cozinhas	3,9
Perdas de água	3,8
Água para lavanderias	2,9
Outros usos da água	0,8
Vazamentos de água	0,7
Uso total da água	100

Fonte: AWWA (1995) *apud* Tomaz (2000)

Analisando a tabela anterior, podemos perceber que o maior consumo de água é referente ao consumo doméstico, principalmente relacionado à higiene pessoal.

O presente estudo se dará para utilização de água potável considerando o ambiente que mais consome água, que é em banheiros. A Tabela 8 abaixo, apresenta uma estimativa da quantidade de água utilizada por pessoa em um dia em cada peça de utilização de água.

Tabela 8: Consumo da água *per capita* por dia em peças

Peças	Vazões em litros/ <i>per capita</i> / dia	
	Vazões sem conservação	Vazões com conservação
Torneira de banho	26	23 a 26
Máquina de lavar pratos	8	8
Máquina de lavar roupas	60	49 a 53
Torneiras	26 a 34	26 a 30
Chuveiros	45 a 60	30 a 45
Bacia sanitária	83	53 a 72
Vazamentos na bacia sanitária	15	15

Fonte: Adaptado de Metcalf & Eddy (1975) e US. HUD (1984) e Mays (1996) *apud* Tomaz (2000)

Para o cálculo da estimativa de consumo utilizando a Tabela 8, será necessário verificar a quantidade de pessoas que ocupam o Campus por dia, obtendo portanto a quantidade de água utilizada no *Campus*, por dia ou mês, em cada peça, conforme equação a seguir.

$$Cons. = \frac{C1 * Us}{1000} \quad (6)$$

Sendo:

Cons.= consumo do Campus em vasos sanitários (m³/dia);

C1= consumo da água per capita por dia (litros/*per capita*/dia);

Us= quantidade de pessoas que utilizam o Campus.

Como a intenção é calcular o consumo mensal, é necessário verificar quantos dias no mês são considerados dias úteis, e multiplicar pelo valor obtido do consumo por dia, obtendo assim o consumo da UTFPR em cada mês, conforme equação 7.

$$Cons. total = Cons. * DU \quad (7)$$

Sendo:

Cons. total= consumo do Campus em vasos sanitários (m³/mês);

DU= dias úteis no mês em questão.

Com a estimativa do consumo mensal de água em vasos sanitários, é possível verificar quanto é o consumo em vasos sanitários em cada bloco da universidade. Para isso, necessita-se da quantidade e modelo de vasos sanitários existentes em cada bloco. O consumo em cada vaso sanitário é dada pela equação 8:

$$Cons. VS = \frac{Cons. total}{Qt. VS} \quad (8)$$

Sendo:

Cons.VS= consumo de água em cada vaso sanitário (m³/mês/VS);

Cons. total= consumo do Campus em vasos sanitários (m³/mês);

Qt.VS= quantidade total de vasos sanitários no Campus.

Para estimar o consumo em cada bloco, basta multiplicar a estimativa do consumo em cada vaso sanitário, pela quantidade de vasos em cada bloco analisado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os dados adquiridos seguindo a metodologia de pesquisa apresentada, e os resultados serão explanados na mesma configuração da metodologia para melhor entendimento.

4.1 ESTIMATIVA DA OFERTA DE ÁGUA PLUVIAL

Para a obtenção do valor do coeficiente de *Runoff*, foram realizados cálculos pelo método racional, utilizada a sugestão de Tomaz (2009), bem como utilizados os valores tabelados, encontrado em Tomaz (2009).

Para o método racional, como o telhado é considerado impermeável, pressupôs-se que toda a superfície de escoamento é impermeabilizada, com isso obtém-se:

$$c = Rv = 0,05 + 0,009 * AI$$

$$c = 0,05 + 0,009 * 100$$

$$c = 0,95$$

Fazendo uma verificação *in loco*, foi possível verificar que todos os blocos da UTFPR possuem telhas de cimento amianto (Figura 8), e de acordo com a Tabela 5, apresentada na página 39 do presente trabalho, o coeficiente de *Runoff* varia de 0,8 a 0,9.



Figura 8: Exemplo telhado cimento amianto na UTFPR Pato Branco
Fonte: Autoria própria (2017)

Tomaz (2009) recomenda a utilização do coeficiente de 0,95, e ainda a Tabela 6 localizada na página 40 do presente trabalho, apresenta o valor do coeficiente de escoamento para telhados de 0,95.

Podemos verificar que tanto para o método racional quanto para a sugestão de Tomaz, e para a tabela conforme o selo de aprovação LEED, os valores do coeficiente de *Runoff* correspondem a 0,95, e apenas o valor do coeficiente encontrado na Tabela 5, corresponde a 0,9. Portanto, para a realização deste trabalho será adotado coeficiente de *Runoff* de 0,95, visto que o mesmo corresponde a 75% dos dados obtidos para coeficiente de escoamento.

A intensidade da chuva foi calculada para tempo de duração de 5 minutos e tempo de retorno de 25 anos, conforme ABNT NBR 10844 (1989), obtendo-se portanto:

$$imax = \frac{879,73 * Tr^{0,152}}{(Td + 9)^{0,732}}$$

$$imax = \frac{879,73 * 25^{0,152}}{(5 + 9)^{0,732}}$$

$$imax = 207,91 \text{ mm/h}$$

A intensidade da chuva é o volume de chuva em uma área, por unidade de tempo. Portanto, a intensidade de 207,91mm/h, representa um volume de 207,91 litros de chuva para cada m², precipitada num período de 1 hora.

Para obter a medida da área de captação de água de chuva, primeiramente foi utilizado um arquivo disponibilizado pelo Departamento de Projetos (DEPRO), da UTFPR *Campus* Pato Branco, e a partir deste arquivos, foi necessário fazer algumas aferições *in loco*, pois alguns blocos não possuíam a representação da cobertura. A Tabela 9 apresenta o valor da área de projeção horizontal da cobertura referente a cada bloco da UTFPR.

Com os dados do coeficiente de escoamento, da intensidade da chuva e da área de projeção da cobertura, e utilizando a equação 1, foi possível calcular a vazão de projeto para cada bloco da UTFPR, conforme Tabela 9.

Com os dados da vazão de projeto para cada bloco, e considerando, de acordo com a ABNT NBR 10844 (1989), que o tempo de duração da chuva é de 5 minutos, calculou-se através da equação 5 o volume de projeto que é a estimativa do volume de entrada de água (Tabela 9), ou seja, o volume de águas pluviais a ser armazenado.

Tabela 9: Estimativa do volume de água da chuva a ser armazenado

BLOCO	Área projeção horizontal cobertura (m²)	Vazão (m³/s)	Volume de água de chuva(m³)
Bloco A	487,51	0,02677	8,03
Bloco B	1446,1	0,07940	23,82
Bloco C	319,92	0,01757	5,27
Bloco D	490,11	0,02691	8,07
Bloco F	101,66	0,00558	1,67
Bloco G	27,04	0,00148	0,45
Bloco H-I-J	4299,9	0,23610	70,83
Bloco J1	592,88	0,03255	9,77
Bloco K	200,2	0,01099	3,30
Bloco L	685,63	0,03765	11,29
Bloco M	1008,24	0,05536	16,61
Bloco N	1124,82	0,06176	18,53
Bloco O	1075,85	0,05907	17,72
Bloco P	1084,34	0,05954	17,86
Bloco Q	1003,86	0,05512	16,54
Bloco R	701,73	0,03853	11,56
Bloco RU	1041,03	0,05716	17,15
Bloco S	290,89	0,01597	4,79
Bloco T	536,4	0,02945	8,84
Bloco U	253,57	0,01392	4,18
Bloco V	1148,3	0,06305	18,92
Bloco W	998,93	0,05485	16,45
Bloco X	1462,63	0,08031	24,09
Bloco Y	461,12	0,02532	7,60
Bloco Z	240,02	0,01318	3,95
Alojamento	82,36	0,00452	1,36
TOTAL	21165,04	1,162	348,64

Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com a Tabela 9, apresentada anteriormente, para um mesmo tempo de duração, quanto maior a área de captação, maior o volume de água a ser armazenado, e conseqüentemente maior o volume do reservatório. Com isso, somando-se a água ofertada em todo o Campus, com área impermeabilizada aproximada de 21165,04 m², obtêm-se o valor de 350 m³ de água da chuva, sendo que este volume pode ser dividido em vários reservatórios, os quais devem ser dimensionados.

4.2 ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA EM SANITÁRIOS

Utilizando os parâmetros sugeridos por Tomaz (2000), onde foram utilizados os dados de consumo em vasos sanitários, sendo que para fins de cálculo, foi utilizado o

valor da vazão mínima apresentada, de 53 litros/*per capita*/dia. Os dados obtidos através deste parâmetro estão apresentados na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10: Estimativa do consumo teórico em vasos sanitários

Mês	Média Usuários	Média consumo total real (m ³)	Dias úteis	Média consumo teórico (m ³ /mês)	Relação consumo teórico/ consumo real
Agosto	2856	1233	21	3178,73	258%
Setembro	3351	2248	21	3729,66	166%
Outubro	3248	1570	21	3615,02	230%
Novembro	3134	1476	20	3322,04	225%
Dezembro	2102	1458	14	1559,68	107%
Janeiro	801	1045	21	891,51	85%
Fevereiro	1520	1149	18	1450,08	126%
Março	3587	1249	20	3802,22	304%
Abril	3602	1638	19	3627,21	221%
Mai	3752	1440	20	3977,12	276%
Junho	3092	1450	19	3113,64	215%
Julho	1838	1305	22	2143,11	164%

Fonte: A autoria própria (2017)

A coluna 2 da Tabela 10, aborda a quantidade média mensal de usuários no *Campus* considerando o período de agosto de 2011 à julho de 2016, obtidos de acordo com os dados apresentados no Apêndice B. Já a coluna 3 da Tabela 10, que aborda a média do consumo total real em M³, refere-se a média mensal do consumo em m³ disponibilizada pela DESEG, no período de agosto de 2011 à julho de 2016.

Para a obtenção dos dados dos dias úteis em cada mês, foi levado em consideração, entre agosto de 2011 e julho de 2016, o período de férias dos alunos, e férias coletivas dos docentes, período de greve no ano de 2012 e feriados. Estes dados foram baseados nos calendários acadêmicos da UTFPR *Campus* Pato Branco, e para fins de cálculo foi utilizada a média dos dias úteis em cada mês dos cinco anos, conforme apêndice B.

Como não é possível quantificar exatamente o número de usuários no *Campus*, a quantidade de usuários em cada mês foi estimada através dos dados de matrículas de alunos e contratos de admissão de funcionários (professores efetivos, professores substitutos, técnicos administrativos, terceirizados e estagiários), fornecidos pela DIRGRAD.

Para a média do consumo real, o qual foi disponibilizado pelo DESEG, foi realizada a média mensal, no mesmo período da média dos dias úteis, e da média dos usuários.

Conforme citado anteriormente, a estimativa do consumo em vasos sanitários foi realizada utilizando os parâmetros apresentados por Tomaz (2000). Contudo, como pode ser observado na Tabela 10, a estimativa de consumo somente em vasos sanitários excedeu ao consumo real em toda a universidade. Com isso, verificou-se que o método apresentado por Tomaz (2000) não é aplicável a este trabalho. Isso pode ter ocorrido por diversos fatores, como por exemplo, os dados apresentados por Tomaz (2000) foram obtidos por Metcalf e Eddy em 1975, os quais podem não ser mais aplicados, ou ainda a consideração de que todos os usuários permaneçam em período integral no *Campus*, não seja ideal para o presente trabalho.

Para obter a estimativa do consumo em vasos sanitários, foi necessário utilizar outro método. Como não se sabe o volume real de água utilizado em cada sanitário, nem quantas vezes cada um é acionado durante o dia, neste trabalho será estimado que todos os sanitários são solicitados da mesma forma.

A ABNT NBR 5626 (1998) apresenta a vazão mínima a ser atendida nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização, conforme Tabela 11.

Tabela 11: Vazão nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15
		Válvula de descarga	1,7
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,5
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 5626 (1998)

Porém, para a estimativa do consumo de água em sanitários, tendo como base a vazão mínima no ponto de utilização, será preciso estimar o tempo de acionamento das válvulas de descarga, bem como a quantidade de vezes que cada usuário utiliza os sanitários em um dia. Inicialmente foram considerados tempos de acionamento da válvula de descarga de um segundo, um segundo e meio, dois segundos e três segundos, e com estes dados foi possível calcular os volumes de descarga respectivos, conforme Tabela 12.

Tabela 12: Volume de descarga em relação ao tempo de acionamento

Tempo (s)	Vazão (l/s) - ABNT NBR 5626 (1998)				Volume de descarga (l)			
	Válvula de descarga	Caixa de descarga	Mictório	Mictório coletivo	Válvula de descarga	Caixa de descarga	Mictório	Mictório coletivo
1	1,7	0,15	0,15	0,15	1,7	6	0,15	0,15
1,5	1,7	0,15	0,15	0,15	2,6	6	0,225	0,225
2	1,7	0,15	0,15	0,15	3,4	6	0,3	0,3
3	1,7	0,15	0,15	0,15	5,1	6	0,45	0,45

Fonte: Autoria própria (2017)

A única peça em que o tempo de acionamento não faz diferença, é a peça com caixa de descarga, pois a mesma já possui um volume determinado de aproximadamente 6 litros, o que varia de acordo com as marcas disponíveis no mercado.

Como cada peça possui valores de vazão de saída diferentes, foi necessário realizar uma conversão de peças. Foi optado por transformar as vazões da caixa de descarga, do mictório e do mictório coletivo em vazão de válvula de descarga. Estes coeficientes de vazão em relação à válvula de descarga são mostrados na Tabela 13.

Tabela 13: Relação de vazão (l/s / l/s)

Tempo (s)	Válvula de descarga	Caixa de descarga	Mictório	Mictório coletivo
1	1	3,53	0,0882	0,0882
1,5	1	2,31	0,0882	0,0882
2	1	1,76	0,0882	0,0882
3	1	1,18	0,0882	0,0882

Fonte: Autoria própria (2017)

Para efeito de cálculo, supondo a situação mais desfavorável, será considerado que todos os usuários frequentam a universidade em dois períodos do dia, sendo que não é possível quantificar exatamente o número de usuários em cada dia, pois cada usuário possui rotinas diferentes, variando de acordo com o número de disciplinas matriculadas, ou período no local de trabalho. Será considerado também, que cada usuário do Campus utiliza os sanitários do mesmo, em média, três vezes ao dia.

Com estes dados foi possível estimar o consumo de água em vasos sanitários para diferentes tempos de acionamento, conforme as Tabelas 14, 15, 16 e 17.

Tabela 14: Consumo teórico para acionamento médio de 3 segundos

Mês	Média Usuários	Média consumo total real (m³)	Dias úteis	Média consumo teórico (m³/mês)	Relação consumo teórico/ consumo real
Agosto	2856	1233	21	917,63	74%
Setembro	3351	2248	21	1076,68	48%
Outubro	3248	1570	21	1043,58	66%
Novembro	3134	1476	20	959,00	65%
Dezembro	2102	1458	14	450,25	31%
Janeiro	801	1045	21	257,36	25%
Fevereiro	1520	1149	18	418,61	36%
Março	3587	1249	20	1097,62	88%
Abril	3602	1638	19	1047,10	64%
Maio	3752	1440	20	1148,11	80%
Junho	3092	1450	19	898,84	62%
Julho	1838	1305	22	618,67	47%

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 15: Consumo teórico para acionamento médio de 2 segundos

Mês	Média Usuários	Média consumo total real (m³)	Dias úteis	Média consumo teórico (m³/mês)	Relação consumo teórico/ consumo real
Agosto	2856	1233	21	611,76	50%
Setembro	3351	2248	21	717,78	32%
Outubro	3248	1570	21	695,72	44%
Novembro	3134	1476	20	639,34	43%
Dezembro	2102	1458	14	300,17	21%
Janeiro	801	1045	21	171,57	16%
Fevereiro	1520	1149	18	279,07	24%
Março	3587	1249	20	731,75	59%
Abril	3602	1638	19	698,07	43%
Maio	3752	1440	20	765,41	53%
Junho	3092	1450	19	599,23	41%
Julho	1838	1305	22	412,45	32%

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 16: Consumo teórico para acionamento médio de 1,5 segundos

Mês	Média Usuários	Média consumo total real (m ³)	Dias úteis	Média consumo teórico (m ³ /mês)	Relação consumo teórico/ consumo real
Agosto	2856	1233	21	467,81	38%
Setembro	3351	2248	21	548,89	24%
Outubro	3248	1570	21	532,02	34%
Novembro	3134	1476	20	488,90	33%
Dezembro	2102	1458	14	229,54	16%
Janeiro	801	1045	21	131,20	13%
Fevereiro	1520	1149	18	213,41	19%
Março	3587	1249	20	559,57	45%
Abril	3602	1638	19	533,82	33%
Mai	3752	1440	20	585,31	41%
Junho	3092	1450	19	458,23	32%
Julho	1838	1305	22	315,40	24%

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 17: Consumo teórico para acionamento médio de 1 segundo

Mês	Média Usuários	Média consumo total real (m ³)	Dias úteis	Média consumo teórico (m ³ /mês)	Relação consumo teórico/ consumo real
Agosto	2856	1233	21	305,88	25%
Setembro	3351	2248	21	358,89	16%
Outubro	3248	1570	21	347,86	22%
Novembro	3134	1476	20	319,67	22%
Dezembro	2102	1458	14	150,08	10%
Janeiro	801	1045	21	85,79	8%
Fevereiro	1520	1149	18	139,54	12%
Março	3587	1249	20	365,87	29%
Abril	3602	1638	19	349,03	21%
Mai	3752	1440	20	382,70	27%
Junho	3092	1450	19	299,61	21%
Julho	1838	1305	22	206,22	16%

Fonte: Autoria própria (2017)

De acordo com as tabelas anteriores, para um tempo de acionamento médio de 1 segundo, a estimativa do consumo máximo de água em sanitários corresponde a 29% do consumo total do Campus. Para o tempo de acionamento de 1,5 segundo o consumo máximo é de 45% do consumo total, para 2 segundos é de 59% e para três segundos é de 88%, todos correspondentes ao mês de março.

Embora a maior relação entre consumo teórico em vasos sanitários e consumo total do *Campus* seja no mês de março, para o acionamento médio de 3 segundos, o mês de maio apresentou o maior valor de consumo de água, cerca de 1150m³. Como não temos uma referência para comparar estes resultados obtidos, será considerado

a situação mais desfavorável, que é para o tempo de acionamento de 3 segundos, e o consumo em vasos sanitários de aproximadamente 1150 m³.

Como o mictório e o mictório coletivo possuem a mesma vazão mínima de saída, e o mesmo volume de saída, considerando que o mictório tipo calha (coletivo) possua 1 metro de comprimento, a quantidade de mictórios será considerada pela soma dos mictórios individuais e dos mictórios coletivos (tipo calha).

A quantidade de vasos sanitários correspondente a válvula de descarga é dada pela equação:

$$Q_{vs} = cv * VDt + cc * CDt + cm * mic.t \quad (9)$$

Sendo:

Q_{vs}= quantidade de vasos sanitários em relação à válvula de descarga;

cv= coeficiente relacionado à válvula de descarga;

VDt= quantidade total de vasos sanitários com válvula de descarga;

cc= coeficiente relacionado à caixa de descarga;

CDt= quantidade total de vasos sanitários com caixa de descarga;

cm= coeficiente relacionado à mictórios;

mic.t= quantidade total de mictórios.

Considerando os dados da quantidade de sanitários no *Campus*, de acordo com o Apêndice A, e os coeficientes apresentados na Tabela 13, foi possível determinar a quantidade de vasos sanitários corresponde à válvula de descarga, para o tempo de acionamento de 3 segundos.

$$Q_{vs} = 1 * 184 + 1,18 * 9 + 0,0882 * 48$$

$$Q_{vs} = 198,85 \text{ válvulas de descarga}$$

Para determinar a estimativa da demanda em cada bloco, utiliza-se a seguinte equação:

$$Demanda = \frac{D_{vs}}{Q_{vs}} * (CD * cc + VD * cv + MIC * cm) \quad (10)$$

Sendo:

Demanda= estimativa da demanda de água em sanitários em cada bloco;

D_{vs}= demanda total de água em vasos sanitários, 1150m³;

Q_{vs} = quantidade de vasos sanitários em relação à válvula de descarga;

CD= quantidade de vasos sanitários com caixa de descarga no bloco em questão;

cc= coeficiente relacionado à caixa de descarga;

VD= quantidade de vasos sanitários com válvula de descarga no bloco em questão;

cv= coeficiente relacionado à válvula de descarga;

MIC= quantidade de mictórios no bloco em questão;

cm= coeficiente relacionado à mictórios.

Aplicando a Equação 10 para cada bloco, foi possível realizar a estimativa da demanda de água em sanitários, conforme Tabela 18.

Tabela 18: Estimativa da demanda de água em sanitários para cada bloco

BLOCO	Quantidade Sanitários			Estimativa da demanda mensal (m³)	Demanda por bloco (%)
	Cx. Descarga	Válvula de Descarga	Mictório		
Bloco A		2		11,6	1,01
Bloco B		11	2	64,6	5,62
Bloco C		4		23,1	2,01
Bloco D		6	1	35,2	3,06
Bloco F				0,0	0,00
Bloco G		1		5,8	0,50
Bloco H - I - J	3	9	6	75,6	6,57
Bloco J1		16	6	95,6	8,31
Bloco K	2			13,6	1,19
Bloco L				0,0	0,00
Bloco M		12	4	71,4	6,21
Bloco N		12	2	70,4	6,12
Bloco O		7	1	41,0	3,56
Bloco P		7	6	43,5	3,79
Bloco Q		8		46,3	4,02
Bloco R		6		34,7	3,02
Bloco RU		9	2	53,1	4,61
Bloco S		3	1	17,9	1,55
Bloco T		9	2	53,1	4,61
Bloco U		6		34,7	3,02
Bloco V		28	5	164,5	14,30
Bloco W		28	10	167,0	14,52
Bloco X				0,0	0,00
Bloco Y				0,0	0,00
Bloco Z	2			13,6	1,19
Alojamento	2			13,6	1,19
TOTAL	9	184	48	1150,0	100,00

Fonte: Autoria própria (2017)

Analisando a tabela anterior, percebe-se que, de acordo com os parâmetros estabelecidos anteriormente, os blocos que demandam de maior quantidade de água para utilização em sanitários, são os blocos W, V e J1, pois os mesmos possuem maior quantidade de vasos sanitários em relação aos outros blocos.

Uma solução para determinar a verdadeira vazão em cada ponto de utilização de sanitários, é a utilização de hidrômetros para realizar as medições de consumo em função do tempo, obtendo a vazão de saída.

4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Visto a estimativa da oferta e demanda do Campus, Tabelas 8 e 18, tem-se que a oferta total é de aproximadamente 350m³ de água da chuva, e que a demanda mensal em vasos sanitários é de aproximadamente 1150m³. De acordo com dados fornecidos pela SANEPAR (2016), para consumo de até 10m³ de água, o valor da fatura corresponde a R\$60,66, e para cada m³ excedente o valor passa a ser acrescido de R\$6,84 por m³ consumido.

Considerando a diminuição de aproximadamente 350m³ no consumo de água potável, que é o volume total que pode ser aproveitado da chuva, sem considerar o dimensionamento de reservatórios, haveria uma diminuição de R\$2394,00 na fatura mensal de água.

Há diferentes formas de sistema de abastecimento de água pluvial. Neste trabalho serão abordados o auto abastecimento, onde cada bloco é responsável por captar a água da chuva e abastecer os sanitários nele existentes, o abastecimento por gravidade, onde blocos localizados em nível superior abastecem blocos de nível inferior, ou ainda sistema de pressurização, onde a água captada é utilizada em torneiras de jardim e lavagem de piso ao redor da edificação.

Para o auto abastecimento é levado em consideração a relação entre oferta, determinada pela intensidade da chuva e pela área de captação, e demanda de cada bloco, relacionada ao consumo em sanitários, conforme Tabela 19.

Tabela 19: Oferta e demanda de água em cada bloco

BLOCO	Estimativa da demanda (m ³)	Oferta da chuva (m ³)	Oferta - demanda (m ³)
Bloco A	11,6	8,03	-3,54
Bloco B	64,6	23,82	-40,81
Bloco C	23,1	5,27	-17,86
Bloco D	35,2	8,07	-27,14
Bloco F	0,0	1,67	1,67
Bloco G	5,8	0,45	-5,34
Bloco H - I - J	75,6	70,83	-4,75
Bloco J1	95,6	9,77	-85,82
Bloco K	13,6	3,30	-10,35
Bloco L	0,0	11,29	11,29
Bloco M	71,4	16,61	-54,83
Bloco N	70,4	18,53	-51,89
Bloco O	41,0	17,72	-23,27
Bloco P	43,5	17,86	-25,68
Bloco Q	46,3	16,54	-29,73
Bloco R	34,7	11,56	-23,14
Bloco RU	53,1	17,15	-35,92
Bloco S	17,9	4,79	-13,07
Bloco T	53,1	8,84	-44,23
Bloco U	34,7	4,18	-30,52
Bloco V	164,5	18,92	-145,57
Bloco W	167,0	16,45	-150,57
Bloco X	0,0	24,09	24,09
Bloco Y	0,0	7,60	7,60
Bloco Z	13,6	3,95	-9,70
Alojamento	13,6	1,36	-12,29

Fonte: Autoria própria (2017)

Percebe-se na Tabela 19, que para os blocos que não possuem vasos sanitários, blocos F, L, X e Y, não há demanda de água. Percebe-se ainda que o sistema de auto abastecimento não supre totalmente as necessidades de cada bloco, tendo portanto que utilizar água potável para completar o abastecimento. Alguns blocos não possuem banheiros, com isso eles poderiam contribuir para o abastecimento de outro bloco.

Para esse sistema é necessário ter um reservatório inferior para coletar a água da chuva, e também um reservatório superior (Figura 9), necessário para distribuir a água em cada ponto de consumo, o qual pode não ser ideal, sendo que as edificações possivelmente não tenham sido dimensionadas para receber cargas extras, principalmente um reservatório de água.

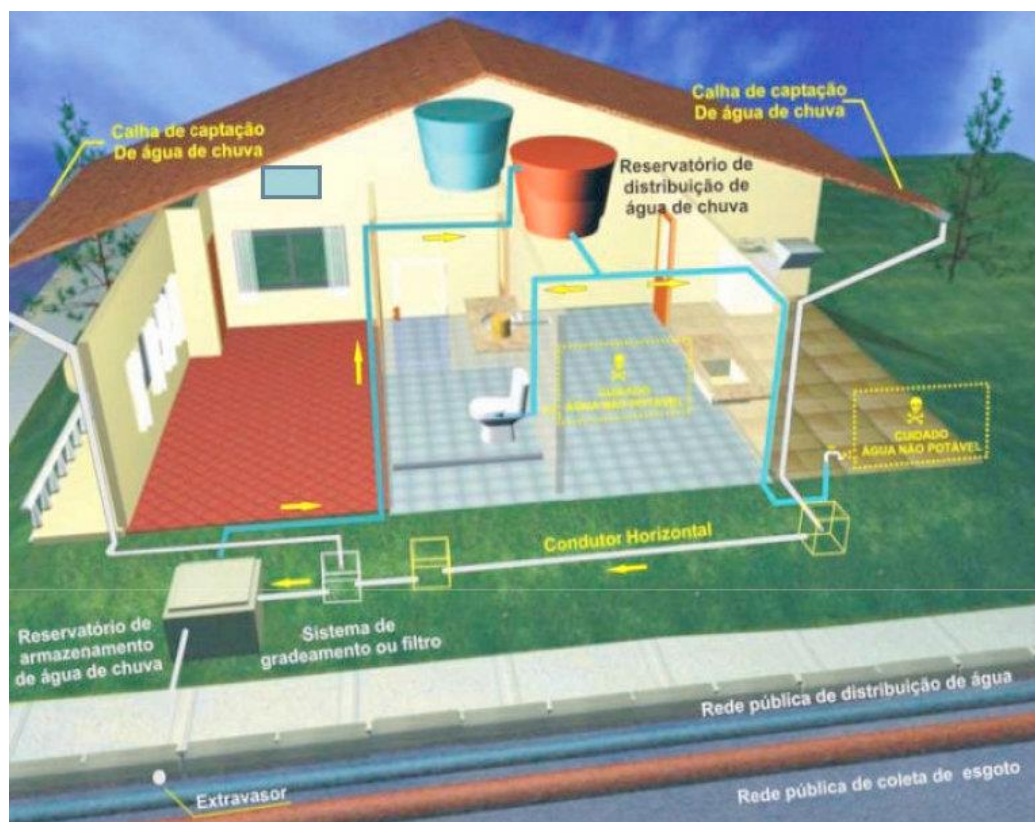


Figura 9: Modelo de captação e distribuição de águas pluviais
Fonte: SAMAE (2015)

Para o sistema de auto abastecimento, cada bloco irá possuir um reservatório proporcional à área de captação da água da chuva. Conforme a Tabela 19, o volume do reservatório mínimo é a oferta de água da chuva.

No caso do abastecimento por gravidade, os blocos que localizam-se em níveis do terreno mais altos contribuem para o abastecimento de blocos que estão em níveis mais baixos.

Para a análise do abastecimento por gravidade na UTFPR, é necessário verificar o perfil do terreno, e assim determinar quais os blocos que podem contribuir, e quais os blocos que irão receber a contribuição da água da chuva. A Figura 10 apresenta a planta baixa dos blocos e as curvas de nível do terreno da UTFPR.

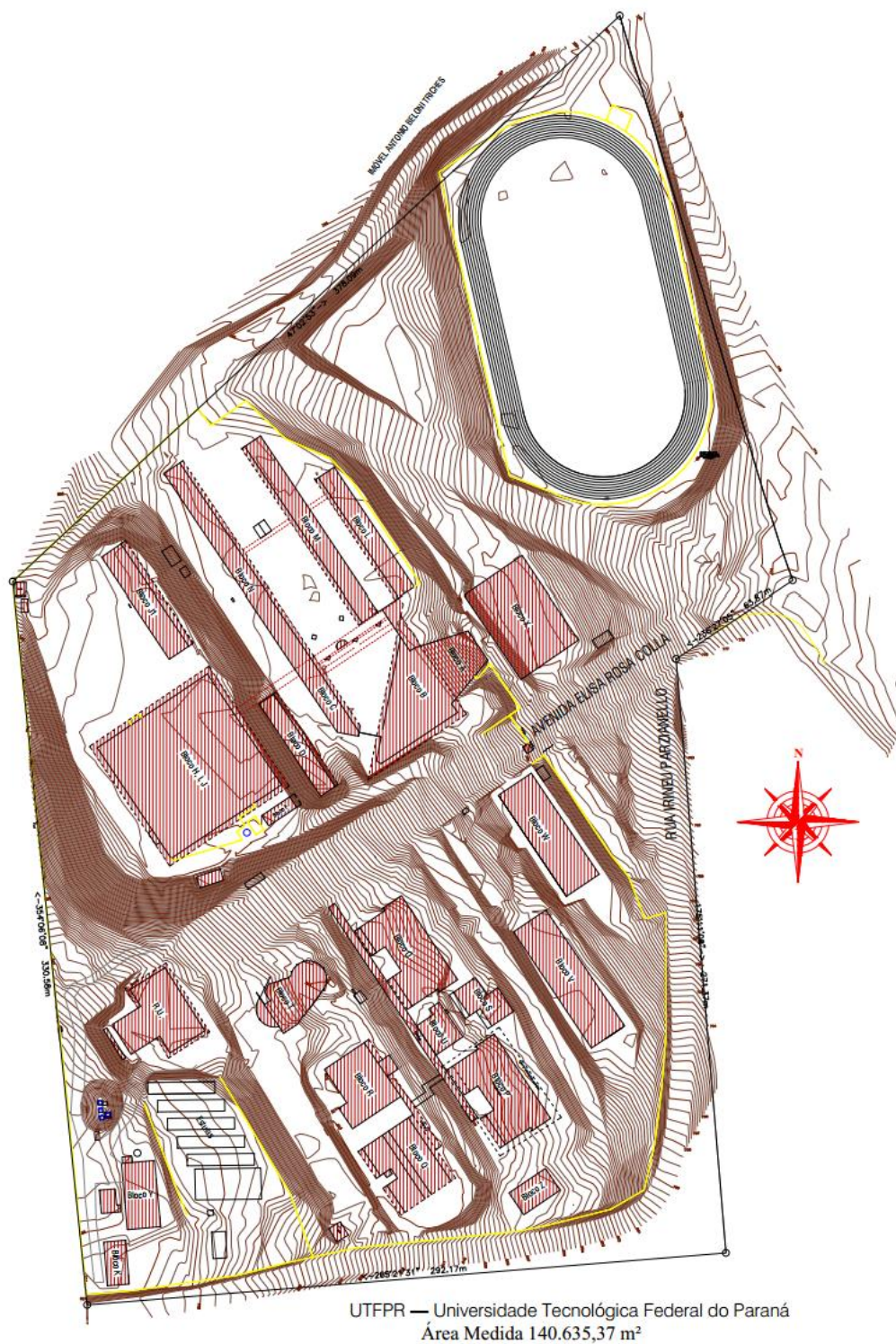


Figura 10: Planta baixa da UTFPR e curvas de nível do terreno
Fonte: Departamento de projetos –DEPRO (2017)

A partir da planta baixa, foi necessário fazer cortes no terreno para verificar qual a real posição altimétrica de cada bloco, conforme Figuras 11 e 12.

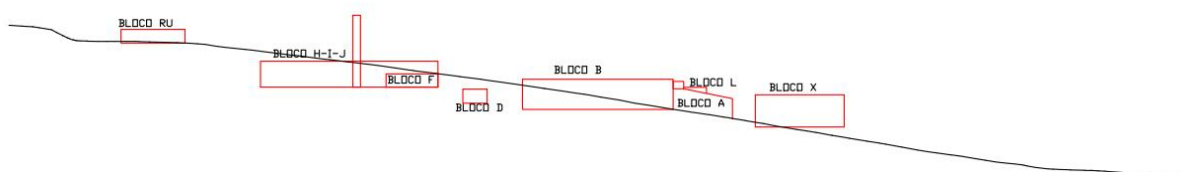


Figura 11: Corte esquemático da Avenida Elisa Rosa Cola Padoan (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

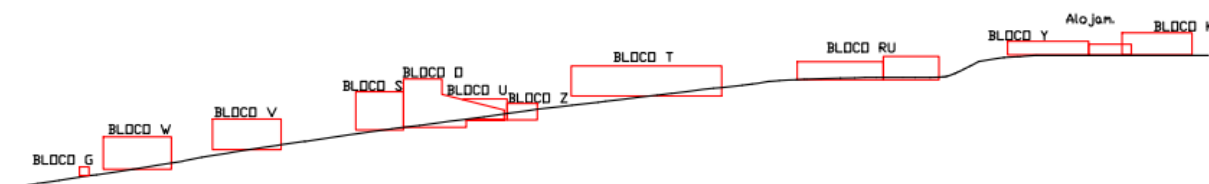


Figura 12: Corte esquemático da Avenida Elisa Rosa Cola Padoan (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

Devido à mesma cota altimétrica de alguns blocos, os mesmos não aparecem nos cortes anteriores, mas entende-se que fazem parte do corte esquemático.

Os cortes esquemáticos foram realizados a partir da Avenida que corta a universidade, sendo que aparece apenas a projeção dos blocos para se ter uma base do desnível que há entre os mesmos.

De posse das Figuras 10, 11 e 12 foi possível verificar quais blocos podem auxiliar no abastecimento e quais blocos podem ser abastecidos, conforme Tabela 20.

Blocos superiores	BLOCOS A SEREM ABASTECIDOS (Inferiores)															
	A	B	C	D	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	Z
F				X												
H-I-J	X	X	X	X		X										
J1					X	X										
K									X	X						
L	X															
O															X	
P														X		
Q								X								X
R							X			X		X				
RU											X					
S														X		
T						X										
U														X		
V															X	
Y										X		X				

Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com as cotas apresentadas no terreno, o desnível geométrico entre o Bloco RU e o Bloco X, apresentado na Figura 11 é de aproximadamente 29,2 metros, e entre o Bloco K e o Bloco G, apresentado na Figura 12 é de aproximadamente 34,8 metros.

A relação dos dados de altitude de cada bloco é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21: Cota altimétrica de cada bloco

BLOCO	Altitude (m)
Bloco A	790,6
Bloco B	794,9
Bloco C	795,6
Bloco D	795,8
Bloco F	804,9
Bloco G	789,9
Bloco H - I - J	804,8
Bloco J1	804,8
Bloco K	824,7
Bloco L	795,6
Bloco M	795,6
Bloco N	795,6
Bloco O	808,4
Bloco P	808,4
Bloco Q	813,3
Bloco R	813,3
Bloco RU	818,7
Bloco S	806,8
Bloco T	815,7
Bloco U	808,4
Bloco V	799,8
Bloco W	794,4
Bloco X	789,5
Bloco Y	824,9
Bloco Z	807,7
Alojamento	825,2

Fonte: Autoria própria (2017).

Com estes dados e com os dados coletados em campo referente à altura da edificação, foi possível realizar o corte dos blocos que podem auxiliar no abastecimento atuando por gravidade, conforme Figuras 13 a 25.

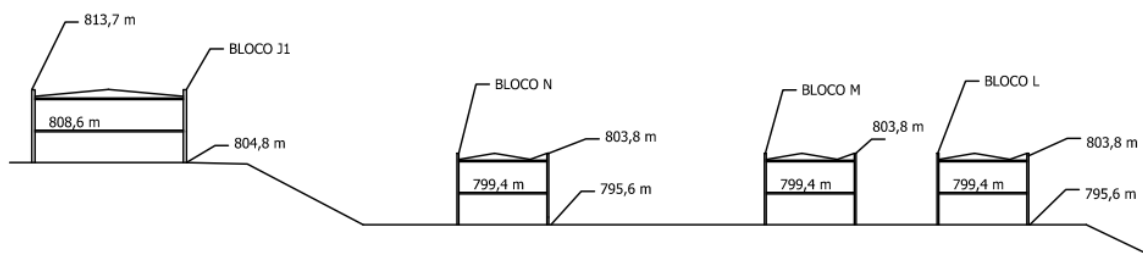


Figura 13: Corte blocos J1, N, M e L (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

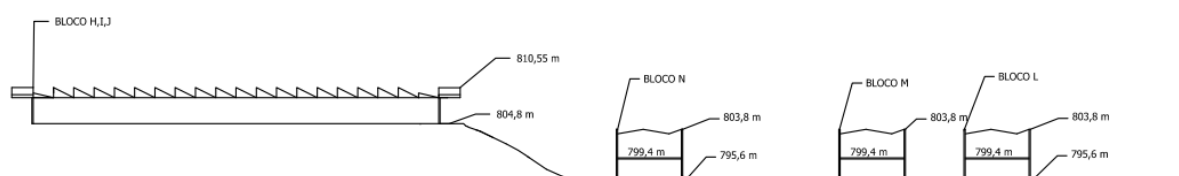


Figura 14: Corte blocos H-I-J, N, M e L (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

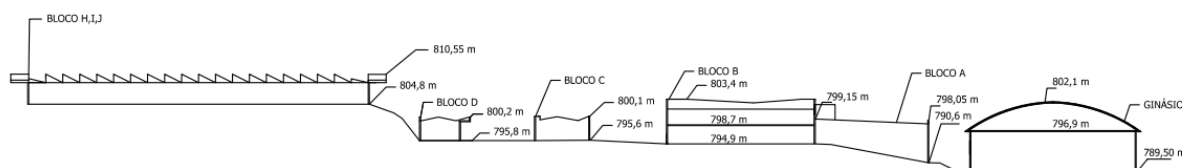


Figura 15: Corte blocos H-I-J, D, C, B, A e X (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

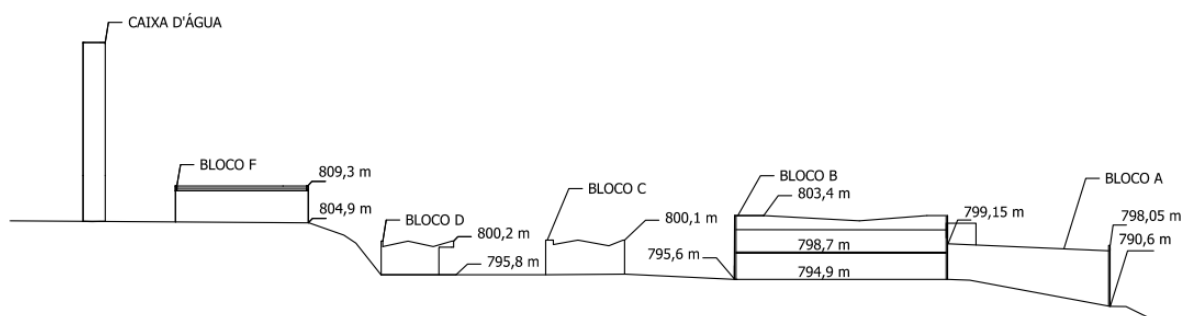


Figura 16: Corte blocos E, F, D, C, B e A (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).



Figura 17: Corte blocos RU e O (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

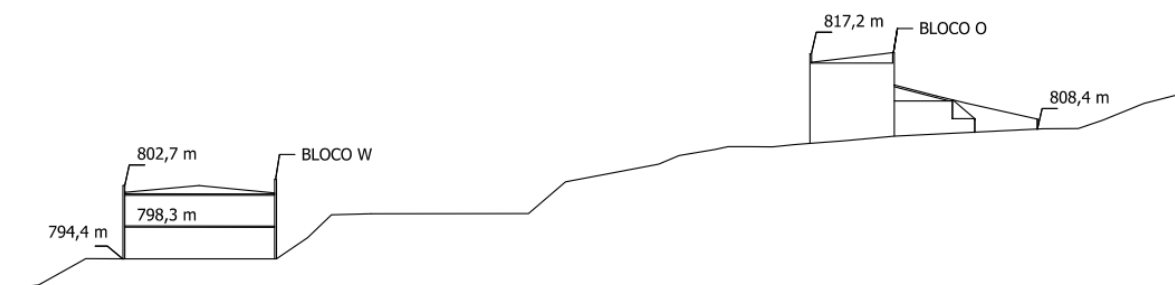


Figura 18: Corte blocos O e W (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

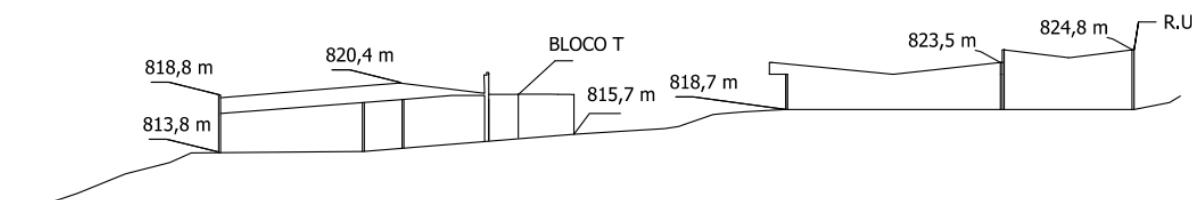


Figura 19: Corte blocos RU e T (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

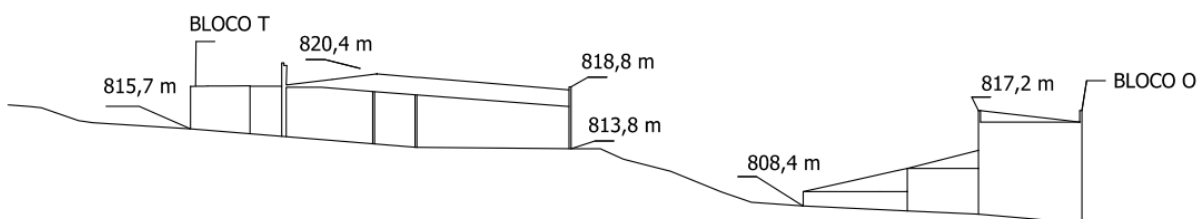


Figura 20: Corte blocos T e O (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

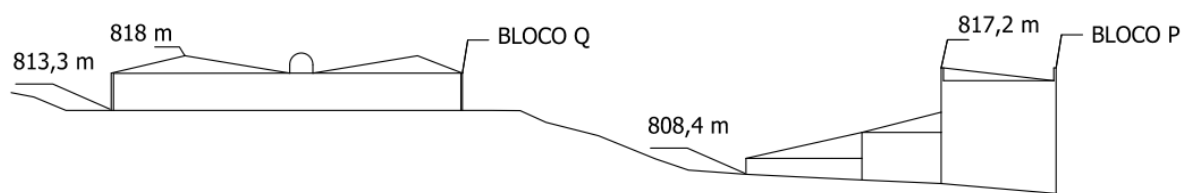


Figura 21: Corte blocos Q e P (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

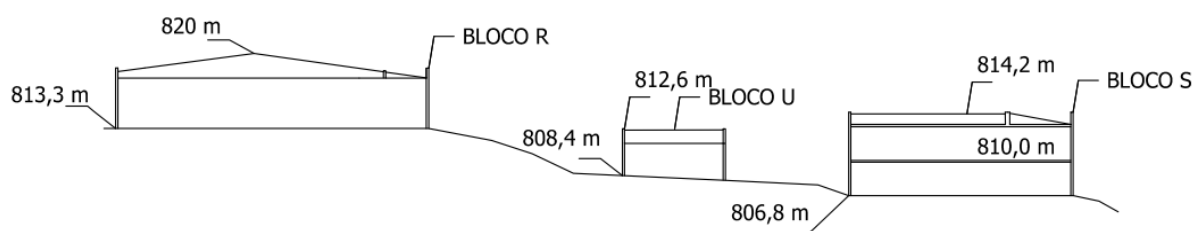


Figura 22: Corte blocos R, U e S (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

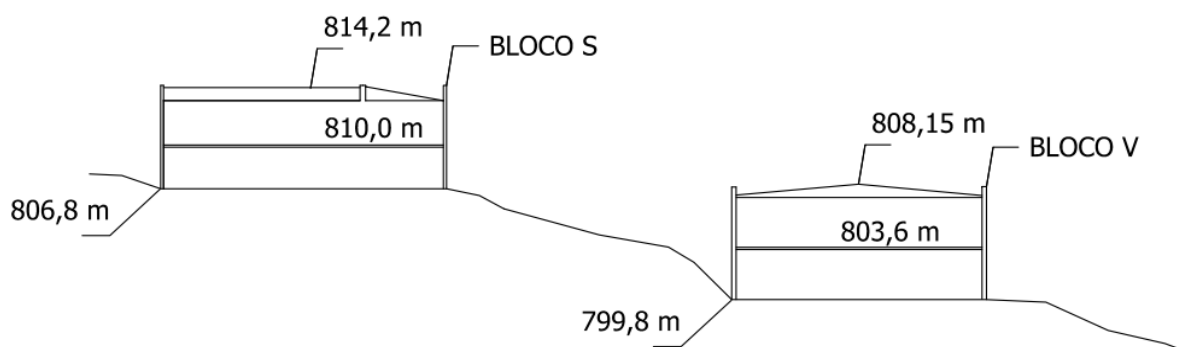


Figura 23: Corte blocos S e V (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).

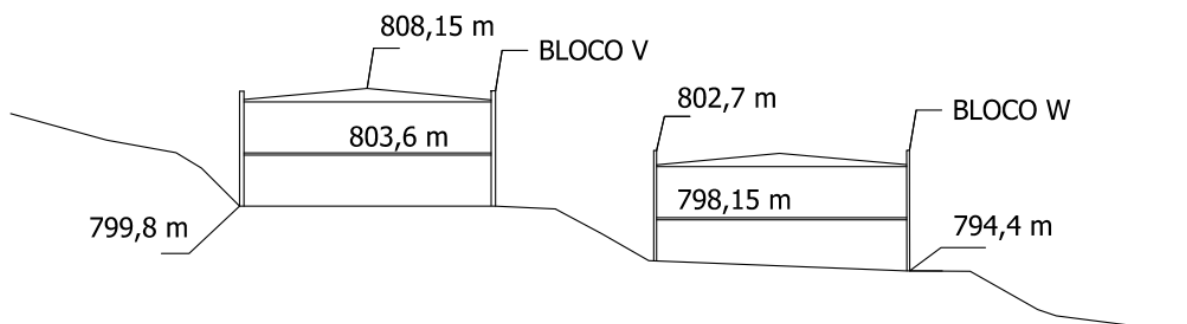


Figura 24: Corte blocos V e W (sem escala)
Fonte: Autoria própria (2017).



Figura 25: Corte blocos K e Z (sem escala)
Fonte: Aatoria própria (2017).

De posse dos cortes anteriores, foi realizada uma sugestão de abastecimento por gravidade, conforme Tabela 22, onde a primeira coluna corresponde aos blocos que estão localizados em níveis superiores e a possível oferta de água pluvial para os blocos de menor altitude, apresentados na segunda linha da tabela.

Tabela 22: Oferta de água (m³) considerando abastecimento por gravidade

Bl. Super.	BLOCOS A SEREM ABASTECIDOS (Blocos inferiores)															
	A	B	C	D	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	Z
F				1,7												
H-I-J	71	71	71	71		71										
J1					9,8	9,8										
K									3,3	3,3						
L	11															
O															17,7	
P														17,9		
Q									17							17
R							12	12			12		12			
RU												17				
S														4,8		
T						8,8										
U													4,2			
V															18,9	
Y										7,6		7,6				
Ofer	82	71	71	73	10	81	20	28	3	11	12	25	12	27	37	17
Dem	12	65	23	35	71	70	41	44	46	35	18	53	35	165	167	14

Fonte: Aatoria própria (2017).

Das possibilidades apresentadas na Tabela 22, mesmo utilizando mais de um bloco para auxiliar no abastecimento, na maioria dos blocos a demanda de água em sanitários é superior à oferta de água da chuva. Com isso há a necessidade de se realizar um projeto de dimensionamento de reservatório específico para cada bloco, avaliando as possibilidades expostas neste trabalho.

O abastecimento pressurizado é um sistema de captação de água da chuva para utilização em torneiras de jardim ou de lavagem de piso. Para haver pressão

mínima de funcionamento das torneiras, é necessário a utilização de um pressurizador, que nada mais é do que um equipamento utilizado para dar maior pressão à água. Para esse sistema é necessário realizar uma estimativa do consumo de água em jardins e em lavagem de piso, para então determinar o volume do reservatório.

A ABNT NBR 5626 (1998) apresenta a vazão mínima de saída em torneiras de jardim ou lavagem em geral, que é de 0,20 l/s.

Observando a Figura 10 é possível verificar em quais locais pode-se adotar o sistema de abastecimento pressurizado. Entre os blocos L e M, M e N, B e C, P e Z, Q e R, e R e T há gramados onde possa haver a necessidade de irrigação nos períodos de estiagem. A oferta de água em cada bloco é apresentada na Tabela 9. O reservatório entre blocos pode ser dimensionado para receber a contribuição da água da chuva de um ou outro bloco, ou de ambos, dependendo do consumo estimado para lavagem em geral e irrigação.

Além desses, tem os blocos X, V e O que também possuem gramado, sendo que em todos os blocos há a necessidade de torneiras para lavagem em geral.

Para verificar a viabilidade econômica de implantação deste sistema, deve-se realizar um estudo preliminar de consumo em relação à oferta de água, o dimensionamento da tubulação e do reservatório necessário para o fim proposto, bem como as verificações das pressões mínimas para cada ponto de utilização (vasos sanitário com válvula de descarga e caixa acoplada, e mictórios individuais e coletivos).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo realizar uma proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no Campus Pato Branco. Para isso foi necessário buscar por métodos de determinação do volume de água de chuva a ser captada, bem como a demanda de água em sanitários dos blocos da universidade.

O primeiro método adotado para determinação da demanda de água em sanitários não foi satisfatório para este trabalho, visto que os valores obtidos para consumo de água em sanitários foi superior ao consumo real da universidade.

Para o método do cálculo do consumo em vasos sanitários utilizando os critérios de vazão mínima da ABNT NBR 5626 (1998), foi necessário estimar alguns parâmetros, como o tempo de acionamento da válvula de descarga e a quantidade de utilização dos sanitários por pessoa e por dia, o que faz com que os dados obtidos não sejam precisos. Para aferir a medida de vazão em cada ponto de utilização, e qual o volume correspondente em um determinado ponto, se faz necessário a utilização de hidrômetros, proporcionando maior precisão dos dados coletados.

Além de contribuir para a diminuição de consumo e gastos referentes à água potável, o sistema de aproveitamento de águas pluviais auxilia na diminuição do escoamento superficial de água da chuva, principalmente em grandes picos, evitando a ocorrência de enchentes em locais de pouca altitude.

Considerando que toda a oferta de água de chuva no *Campus* fosse utilizada para abastecimento de sanitários, por exemplo, poderia haver uma redução de aproximadamente 350m³ e com isso uma redução em torno de R\$2394,00.

Por fim, foram propostos três sistemas de abastecimento de águas pluviais no Campus, visto que cada um tem suas particularidades.

O sistema de auto abastecimento é o mais comum em residências, no entanto, visto que a oferta de água da chuva não cobre a demanda em cada bloco, é possível que o sistema se torne oneroso demais, pois necessita de reservatórios e sistema de bombeamento para cada bloco.

Já o sistema de abastecimento por gravidade leva em consideração o desnível geométrico do terreno, bem como a perda de carga devido à tubulação, visto que para o abastecimento dos blocos mais baixos é necessário que cada ponto de utilização atenda à pressão mínima exigida.

O sistema de abastecimento pressurizado é normalmente utilizado em locais onde há uma grande área de gramado ou vegetação com necessidade de irrigação, ou ainda em grandes áreas edificadas, onde é necessário realizar a lavagem de pisos, ambos locais com considerável consumo de água.

Independente do sistema de abastecimento a ser escolhido para a implantação na UTFPR, é imprescindível realizar uma análise quanto à viabilidade de implantação do sistema.

Posteriormente, este trabalho pode ser complementado utilizando parâmetros de cálculo mais precisos, fazendo-se o uso de hidrômetros por exemplo, e ainda determinar o consumo e aproveitamento de água da chuva em ambientes externos, como torneiras para lavagem de piso e rega de jardins, visto que a universidade dispõe de grande área e de grande utilização para estes fins.

Este trabalho também pode ser complementado, fazendo-se o projeto hidráulico, considerando o desnível do terreno e as perdas de carga do sistema, a análise da qualidade da água da chuva na UTFPR, conforme critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15527 (2007), e a viabilidade econômica de implantação do sistema.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5626. **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro, 1998.
- ABNT. NBR 15527. **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT. NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.
- AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento; de acordo com a Resolução no 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento. Brasília. Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações. 1995. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 19 set. de 2017.
- ALVES, W. C. ZANELLA, L. SANTOS, M.F.L. **Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis.** Publicado em abril/2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-1.aspx>>. Acesso em: 28 jun. 2016.
- ANA (2015). **Avaliação Oferta/Demanda de Água.** Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=5&mapa=diag>>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- BERTONI, J. C. e TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4 ed. 1ª reimp. – Porto Alegre – RS. Editora UFRGS/ABRH. 2009.
- CALENDÁRIO. **Calendário Acadêmico da UTFPR Campus Pato Branco.** Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/estrutura-universitaria/pro-reitorias/prograd/calendario/calendario-academico-de-2010>>. Acesso em: 19 set. 2017.
- COSTA, A.R.F. **Limites de aplicabilidade para sistemas automáticos de descarte de água de chuva: Estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso pela Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2011
- FESTI, A. V. **Coletânea das Equações de Chuva do Brasil.** [s. d.]. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/coletanea_chuvas.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2017.

GARCEZ, L. N. e ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2ª ed. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 1988.

GARZÃO, K.A. **Estudo da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações**. Trabalho de conclusão de curso pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2013

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do Aproveitamento da Água de Chuva no Contexto da Sustentabilidade dos Recursos Hídricos**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

InBS – Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **Desperdício de água no Brasil**. Publicado em abril de 2015. Disponível em: <<http://www.inbs.com.br/o-desperdicio-de-agua-no-brasil/>>. Acesso em: 05 nov.2016.

Lei Municipal Nº 2349, de 18 de junho de 2004. Cria o **Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações**.

Mapa UTFPR. **Mapa de localização dos principais setores do Campus Pato Branco**. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/neiva/arquivos-ascom/mapa-de-localizacao-de-setores/Mapa%202012%20FINAL.jpg/view>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

MARINOSKI, A.K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em Julho de 2007.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consume não potável em edificação**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em engenharia. São Paulo, 2004.

NOGUEIRA, P.F. **Escassez de água**. Artigo publicado em 04/02/2003. Disponível em: <[http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q\[1|conteudo.idcategoria\]=27&id=1894](http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q[1|conteudo.idcategoria]=27&id=1894)>. Acesso em: 05 nov. 2016.

OLIVEIRA, T.D. CHRISTMANN, S.S. PIEREZAN, J.B. **Aproveitamento, captação e (re) uso das águas pluviais na arquitetura**. UNICRUZ. 2014.

PEREIRA, B.J. **Sustentabilidade: Um desafio para Engenharia**. Publicado em 2013. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1693>. Acesso em: 05 nov. 2016.

SANEPAR. **Dados referentes à cobrança de água potável no ano de 2016.** 2016.

SAMAE. **Samae promove soluções sustentáveis.** 2015. Disponível em: <http://www.samaegaspar.com.br/noticias_detalhe.php?id_noticia=791>. Acesso em: 20 out. 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva.** Vol. 1. 486p. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

TOMAZ, P. **Economia de água: Para empresas e residências.** São Paulo: Navegar. 112p. 2001.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos.** São Paulo – SP. Navegar. 250p. 2000.

TOMAZ, P. **Reservatórios.** Cap. 10 – Dimensionamento preliminar de reservatório de detenção. São Paulo. 2010. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_reservatorios/capitulo10.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

UTFPR. **Ciência para o Desenvolvimento Sustentável.** 20 p. Folheto elaborado para dispor sobre a estrutura do Câmpus. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/estrutura-universitaria/pro-reitorias/prograd/cursos/arquivo/Campus%20Pato%20Branco.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

ANEXOS

ANEXO A: CONSUMO MENSAL (m³) DE ÁGUA NO CAMPUS PATO BRANCO

MÊS	ANO						Consumo médio (m ³)	Consumo máximo (m ³)	Consumo mínimo (m ³)
	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
Janeiro		1015	888	1377	1028	917	1045	1377	888
Fevereiro		610	1177	1592	1073	1292	1148,8	1592	610
Março		896	1298	1076	1467	1510	1249,4	1510	896
Abril		1222	1541	1822	1589	2014	1637,6	2014	1222
Mai		1126	1497	1357	1672	1549	1440,2	1672	1126
Junho		1313	1357	1387	1392	1803	1450,4	1803	1313
Julho		1505	1331	1036	1199	1456	1305,4	1505	1036
Agosto	356	1292	1197	1434	1884		1232,6	1884	356
Setembro	483	4117	3103	1558	1979		2248	4117	483
Outubro	599	2380	1371	1797	1705		1570,4	2380	599
Novembro	638	1389	1668	2122	1561		1475,6	2122	638
Dezembro	766	1903	1381	1759	1481		1458	1903	766

APÊNDICES

APÊNDICE A: QUANTITATIVO DE SANITÁRIOS NA UTFPR *CAMPUS* PATO BRANCO

BLOCO	Descrição	Caixa acoplada	Válvula de descarga	Mictório Col.	Mictório
Bloco A			2		
Bloco B			11	2	
Bloco C	Cantina		4		
Bloco D	Almoxarifado/Refeitório Servidores		6	1	
Bloco F	Casa de força				
Bloco G	Guarita		1		
Bloco H - I - J		3	9		6
Bloco J1			16		6
Bloco K	Barracão COAGR	2			
Bloco L					
Bloco M			12		4
Bloco N			12	2	
Bloco O			7	1	
Bloco P			7		6
Bloco Q			8		
Bloco R			6		
Bloco RU	Restaurante Universitário		9		2
Bloco S			3	1	
Bloco T	Anfiteatro		9		2
Bloco U			6		
Bloco V			28	1	4
Bloco W	Biblioteca		28		10
Bloco X	Ginásio				
Bloco Y	Barracão Marcenaria				
Bloco Z		2			
Alojamento	Desativado	2			
TOTAL		9	184	8	40

APÊNDICE B: MÉDIAS DA QUANTIDADE DE USUÁRIOS, DO CONSUMO TOTAL REAL MENSAL E DOS DIAS ÚTEIS DE CADA MÊS DESTE AGOSTO DE 2011 À JULHO DE 2016

Mês/ ano	Usuários (considerando greve e férias docentes)	Média usuários	Consumo Total Real (m³)	Média consumo total mensal (m³)	Dias Úteis	Média dias úteis
ago/11	2653	2856	356	1233	18	21
ago/12	482		1292		23	
ago/13	3702		1197		22	
ago/14	3916		1434		20	
ago/15	3525		1884		21	
set/11	2654	3351	483	2248	21	21
set/12	3486		4117		19	
set/13	3698		3103		21	
set/14	3392		1558		22	
set/15	3525		1979		21	
out/11	2658	3248	599	1570	20	21
out/12	3502		2380		22	
out/13	3161		1371		21	
out/14	3395		1797		21	
out/15	3523		1705		20	
nov/11	2650	3134	638	1476	19	20
nov/12	2932		1389		19	
nov/13	3169		1668		20	
nov/14	3393		2122		20	
nov/15	3525		1561		20	
dez/11	483	2102	766	1458	14	14
dez/12	2932		1903		14	
dez/13	3153		1381		15	
dez/14	3387		1759		16	
dez/15	555		1481		9	
jan/12	223	801	1015	1045	22	21
jan/13	205		888		22	
jan/14	3143		1377		21	
jan/15	225		1028		20	
jan/16	209		917		20	

CONTINUA

CONTINUA

fev/12	476	1520	610	1149	18	18
fev/13	2936		1177		16	
fev/14	3149		1592		20	
fev/15	532		1073		17	
fev/16	506		1292		18	
mar/12	3463	3587	896	1249	22	20
mar/13	2947		1298		19	
mar/14	3883		1076		18	
mar/15	4067		1467		22	
mar/16	3576		1510		21	
abr/12	3486	3602	1222	1638	18	19
abr/13	2949		1541		22	
abr/14	3915		1822		20	
abr/15	4076		1589		18	
abr/16	3584		2014		19	
mai/12	3503	3752	1126	1440	22	20
mai/13	3670		1497		18	
mai/14	3918		1357		20	
mai/15	4082		1672		20	
mai/16	3586		1549		20	
jun/12	489	3092	1313	1450	17	19
jun/13	3696		1357		20	
jun/14	3614		1387		19	
jun/15	4079		1392		19	
jun/16	3582		1803		21	
jul/12	484	1838	1505	1305	22	22
jul/13	3693		1331		23	
jul/14	3915		1036		23	
jul/15	560		1199		23	
jul/16	540		1456		21	