

Universidade de São Paulo
Instituto de Arquitetura e Urbanismo
SHS0614 - Saneamento e Meio ambiente para Arquitetura

Construções Sustentáveis - Gestão de água

Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros

Ana Carolina Hidalgo | 7959962

Caroline Niitsu de Lima | 7591991

Fernanda Borges Salerno | 7960154

São Carlos

2015

**Trabalho de Graduação para a disciplina SHS0614
- Saneamento e Meio ambiente para Arquitetura
do curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto
de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
São Paulo.**

Conteúdo

1. Introdução.....	4
2. Contextualização e objetivos	5
3. Metodologia	8
4. Revisão Bibliográfica	8
4.1. Guia Selo Casa Azul	8
4.1.1. Medição individualizada	9
4.1.2. Dispositivos Economizadores (Bacia Sanitária)	9
4.1.3. Dispositivos Economizadores (Arejadores)	9
4.1.4. Dispositivos Economizadores (Reguladores de pressão)	10
4.1.5. Aproveitamento de águas pluviais	10
4.1.6. Retenção de águas pluviais	11
4.1.7. Infiltração de águas pluviais	12
4.1.8. Áreas permeáveis	12
4.2. Programas de gestão de água.....	12
4.2.1 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)	12
4.2.2 Programa de Uso Racional da Água (PURA) – USP	13
4.2.3 Programa de Conservação da Água (PRÓ – ÁGUA) – UNICAMP.....	14
4.2.4 Sistema de gestão ambiental - Verde Campus (UNISINOS)	15
4.2.5 Programa AGUAPURA - Universidade Federal da Bahia	15
5. Identificação do estudo de caso	16
5.1. Sobre o campus I da USP de São Carlos.....	16
5.2. Sobre o bloco de aulas (ateliês) do IAUUSP	18
6. Proposta de intervenção e estudo de viabilidade	21
6.1 Indicador.....	24
7. Conclusão	26
8. Referências Bibliográficas	28

1. Introdução

O relatório em questão visa problematizar o discurso sobre a utilização sustentável do recurso hídrico. Será feita uma análise de como a ação antrópica influencia no ciclo natural da água e as consequências dessa intervenção, bem como o que tem sido feito para amenizar os impactos negativos dessa ação. Para isso, será feito um recorte do tema direcionado ao edifício em questão - prédio do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAUUSP) da Universidade de São Paulo, campus São Carlos, bloco dos ateliês - analisando seu sistema de gestão de água de acordo com os critérios do Guia Selo Casa Azul.

Analisaremos como tem sido feita a gestão da água nos edifícios em geral, e tomaremos como objeto de análise mais aprofundada o bloco dos ateliês do prédio do IAUUSP. A partir do tema em questão, reflexões de diversos textos e vídeos foram debatidos a fim de percebermos como a cadeia causa-efeito se relaciona com o tema das construções sustentáveis atrelado à gestão consciente da água. Esta discussão é bastante atual e extensa tendo em vista a atual crise do sistema de abastecimento de água, presente em muitas regiões do Brasil e do mundo.

2. Contextualização e objetivos

Os diversos benefícios advindos desde a Revolução Industrial até a tecnológica dos dias atuais são facilmente elegíveis. Porém, o que não é tão claro num primeiro momento é o quanto a ação antrópica desenvolveu-se de maneira insustentável para o meio ambiente. O acelerado e incessante desenvolvimento do capitalismo se deu às custas de uma sociedade do consumo que não tem deixado espaço para uma relação harmoniosa entre homem e natureza.

Diversos exemplos espalhados pelo mundo comprovam o quanto a ação humana pode afetar de maneira negativa um ecossistema. Graças à falta de conhecimento e imprudência de uma sociedade despreocupada, desastres ambientais como o analisado na cidade de Cubatão são inevitáveis, afetando direta e indiretamente a população desta macrorregião. Como visto, a grande maioria das ações que comprometem a natureza como desmatamentos, poluição industrial e a não coleta adequada de lixo, além de prejudicarem a fauna e a flora, também afetam profundamente o ar e a água. As chuvas e as neblinas ácidas têm efeito nocivo na vegetação local e os poluentes, que correm para os rios, contaminam as águas de grande parte da área, alcançando os mangues e os mares.

Fazendo um recorte mais direcionado à questão da água, temos o caso de São Paulo e a atual crise hídrica como outro exemplo de esgotamento de um ecossistema. Neste caso, pode-se inferir que a má gestão ambiental em relação à rede hídrica propiciou a crise de abastecimento. Além dessa situação extremamente inconveniente em que muitos passaram por um rodízio no uso da água ou até ficaram dias sem ter acesso ao recurso, algumas famílias de regiões menos favorecidas começaram a armazenar água de maneira indevida, o que contribuiu para a proliferação do mosquito transmissor da dengue. Logo, um problema ambiental, que num primeiro momento afetava determinado segmento da sociedade, tornou-se um problema de saúde pública, afetando a todos.

Outra questão que afeta grande parte da população está diretamente relacionada à interferência do homem no ciclo da água. O natural é que a água que evapora dos rios precipite-se em forma de chuva e passe por um processo de infiltração no solo. Além de áreas permeáveis, é essencial para este processo que haja uma grande cobertura vegetal. Com o ritmo acelerado e desordenado de crescimento das cidades, as áreas verdes que desempenhavam o papel de recarga de aquíferos diminuíram drasticamente. Quando se tem somado a isso a canalização e a retificação dos rios, o resultado é que, quando chove, aparecem os pontos de alagamentos e as enchentes, além de risco de desmoronamento de encostas indevidamente ocupadas, problemas tão comuns nas grandes metrópoles.

Quando se trata de problemas ambientais relacionados à água, é difícil achar uma solução imediata. Hoje os esforços têm sido direcionados para a conscientização da população como um todo, englobando desde pequenas até grandes ações. Existem atualmente diversas construções sustentáveis que possuem sistemas especiais de reaproveitamento e tratamento da água utilizada na sua construção. Com um pouco mais de tecnologia, pode-se reaproveitar a água através da reutilização pluviométrica, em que se utiliza cisternas para comportar a água da chuva e de filtros para retirar folhas e outros detritos nela encontrados, tornando-a própria para o uso. Para concluir o bom funcionamento deste sistema, são acoplados conjunto de bombas capazes de levar esta água potável até a caixa d'água.

A ideia, já aplicada em alguns países do exterior, é promissora. No entanto no Brasil ainda existem problemas relacionados à sua implantação e execução, sendo que as principais dificuldades são a questão do alto custo para implementar estas novas tecnologias, o que as tornam inviáveis para a grande maioria das construções, já que eleva consideravelmente as despesas finais da obra; e a necessidade de mão de obra especializada, no projeto e na execução, que executem a obra sustentável da maneira mais eficiente e econômica possível.

Além dessas questões maiores, que afetam o ecossistema de uma maneira mais ampla, ações menores, do dia a dia da população também fazem a diferença para uma utilização mais consciente da água, de sua preservação e qualidade como um todo. Temos como exemplo dessas medidas o reaproveitamento da água, como a reutilização da água da máquina de lavar para lavar o quintal e o reaproveitamento da água que escorre das louças limpas para regar as plantas. Outras medidas simples de redução do consumo são manter a torneira fechada ao ensaboar a louça e ao escovar os dentes, lavar as mãos rapidamente, não demorar nos banhos, etc. São pequenas atitudes de economia que podem contribuir na preservação da água e colaborar com um modelo de sustentabilidade que deve ser seguido por todos, para que tenhamos uma melhor e maior preservação dos recursos hídricos.

Percebemos que ao economizar recursos naturais também há economia na parte financeira, seja no âmbito residencial, industrial ou institucional. Estas ações básicas unem desenvolvimento urbano e sustentabilidade, duas potencialidades a serem exploradas no nosso contexto atual. No entanto, temos de considerar não só as propostas de mudanças, mas também suas manutenções, ou seja, serviços como regulação do abastecimento de água devem ser a base para uma nova abordagem na gestão dos recursos hídricos.

Esta questão deve ser avançada no sentido do gerenciamento integrado em nível de bacia hidrográfica. Além disso, a participação dos usuários, do público e da iniciativa privada deve ser um dos eixos principais dessa governança no contexto de bacias hidrográficas, sendo que esta integração contribui na maior assimilação do conceito de sustentabilidade na sociedade e na conscientização da população em relação à disponibilidade e vulnerabilidade da água. Só a partir destas conquistas na reeducação ambiental é que as intervenções realizadas a fim de promover uma melhor utilização do recurso hídrico serão de fato eficiente nas cidades.

3. Metodologia

Para compreendermos melhor os processos referentes à gestão de água, foi realizado um estudo de caso, baseado no Guia Selo Casa Azul. O objeto de análise é o edifício que abriga as salas de aula do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP de São Carlos, conhecido como bloco dos ateliês.

Com isso, para concluirmos nosso entendimento do objeto e de seus problemas ambientais, o projeto foi dividido em diferentes etapas:

Etapa 1: Levantamento de dados técnicos com apoio da bibliografia especificada como referência. Seleção de tópicos de interesse referentes à gestão de água baseados no Guia Selo Casa Azul.

Etapa 2: Análise e interpretação dos dados levantados tendo em vista o objeto de estudo. Este processo foi realizado a partir de entrevistas com funcionários dos setores administrativos, do Instituto e do Campus, e visita ao edifício em questão. Criação de uma tabela a fim de identificar os pontos positivos e negativos do objeto de estudo.

Etapa 3: Proposta de intervenções. Análise do objeto de estudo em geral a fim de propor alterações em seu sistema hídrico, considerando não só seus dados técnicos já levantados, mas também seu contexto morfoclimático. Proposição do indicador “Sistema de Gestão Sustentável de Água para Edifícios Educacionais”

Etapa 4: Estudo de viabilidade das propostas de intervenção a fim de reduzir o consumo de água.

4. Revisão Bibliográfica

4.1. Guia Selo Casa Azul

4.1.1. Medição individualizada

A medição individualizada da água possibilita ao usuário um melhor gerenciamento do consumo hídrico, auxiliando na redução de sua utilização indevida. Este sistema propicia diversos benefícios ambientais, como a redução de perdas de água por vazamentos ou por usos excessivos; o valor justo da cobrança da conta de água, pois os usuários pagam pelo que consomem; e na redução de insumos utilizados na captação, no tratamento e na adução, decorrentes do uso racional de água, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor e outros (JOHN; PRADO, 2010).

4.1.2. Dispositivos Economizadores (Bacia Sanitária)

Os dispositivos economizadores em bacias sanitárias possibilitam a redução do consumo de água. Sabendo que as bacias sanitárias e os chuveiros normalmente representam as maiores parcelas do consumo de água, ações que visem à redução do volume consumido por estes aparelhos sanitários impactam positivamente o consumo total da unidade em questão. A instalação deste sistema contribui para diversos benefícios ambientais como a redução de volume de esgotos a serem coletados e tratados, preservando, conseqüentemente, a qualidade das águas de superfície, e a redução de insumos utilizados na captação, no tratamento e na adução decorrentes do uso racional de água, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor e outros (JOHN; PRADO, 2010).

4.1.3. Dispositivos Economizadores (Arejadores)

Os dispositivos economizadores em torneiras, chamados arejadores, proporcionam a redução do consumo de água e maior conforto ao usuário, decorrente da melhor dispersão do jato em torneiras. Estes devem ser utilizados em áreas públicas e comuns dos edifícios. Apesar de não ser de uso obrigatório, a instalação de arejadores de água contribui para diversos benefícios ambientais, diretos e indiretos, como a redução do consumo de água e conseqüente redução do volume de esgotos a serem coletados e tratados, o que

contribui para a preservação da qualidade das águas superficiais, e a redução de insumos utilizados tanto no tratamento da água quanto no tratamento de esgoto, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor e outros (JOHN; PRADO, 2010).

4.1.4. Dispositivos Economizadores (Reguladores de pressão)

Os dispositivos reguladores de pressão têm como objetivo reduzir o consumo de água em chuveiros e torneiras de lavatório e pia. Em locais onde a pressão hidráulica é superior a 100 kPa, podem ser utilizados o registro de vazão junto ao arejador. Caso a pressão esteja entre 40 kPa e 100 kPa, deve-se optar por um dos dois dispositivos (JOHN; PRADO, 2010). Os benefícios deste empreendimento estão diretamente relacionados com a preservação da qualidade das águas superficiais. Com a redução do consumo de água, o volume do esgoto a ser recolhido também é reduzido. Além disso, também são reduzidos os insumos utilizados no tratamento de esgoto, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor, etc (JOHN; PRADO, 2010).

Os registros reguladores de vazão, diferentes dos arejadores, são disponibilizados no mercado para toda a faixa de pressão hidráulica dos edifícios, ou seja, um mesmo componente pode ser utilizado nas duas faixas de pressão hidráulica, permitindo a regulação da vazão nula à vazão máxima. Ressalta-se que, se o registro regulador de vazão for instalado em pontos de utilização de água quente, deve ser especificado o fabricado em latão cromado, com temperatura máxima de 70°C. Caso seja instalado em pontos de utilização de água fria, pode ser especificado tanto o de latão cromado quanto o de plástico ABS (JOHN; PRADO, 2010).

4.1.5. Aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de águas pluviais pode reduzir o uso de água potável em bacias sanitárias, irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, lavagem de veículos e espelhos d'água. O sistema deve apresentar redução mínima de 10% no consumo de água potável e deve ser independente do sistema de abastecimento de água

potável, de maneira a evitar riscos para a saúde (JOHN; PRADO, 2010). Devem ser observadas as limitações técnicas para a implantação do sistema, tais como o regime pluviométrico (intensidade e distribuição de chuvas durante o ano) ou a superfície de coleta.

O sistema de aproveitamento de águas pluviais requer um sistema que descarte o volume de água proveniente das primeiras chuvas do período chuvoso ou dos primeiros cinco minutos de cada chuva, pois é neste volume que se concentra a maior quantidade de impurezas, que são carregadas pelo escoamento de águas pluviais. Assim, o sistema armazenará água de melhor qualidade (JOHN; PRADO, 2010).

Os pontos de utilização que recebem água pluvial, exceto os que alimentam as bacias sanitárias, devem ser instalados somente em áreas técnicas e ser de uso restrito. Estes pontos deverão apresentar comunicação visual, indicando o fornecimento de "água não potável", e devem ser operados somente por usuários habilitados. Devem ser previstas medidas que impeçam o contato da água pluvial com a água potável, tais como a separação atmosférica e o emprego de componentes antirretrossifonagem, de acordo com as recomendações da NBR 5626 (ABNT, 1998). Devem ser previstos o monitoramento e a análise da qualidade da água, conforme recomendações de normas técnicas pertinentes, como a NBR 15527 (ABNT, 2007).

4.1.6. Retenção de águas pluviais

A retenção de águas pluviais tem como objetivo controlar o escoamento das águas provenientes de chuvas, prevenindo assim o risco de inundações em regiões com alta impermeabilização do solo e aliviando o sistema de drenagem pública. Desta forma, o efeito multiplicativo de redução da vazão de contribuição, devido à adoção de vários pontos de controle na fonte, pode evitar o aumento das vazões máximas a jusante de uma bacia hidrográfica urbana, minimizando a ocorrência de enchentes (JOHN; PRADO, 2010).

Devem ser observadas as limitações técnicas para a implantação do sistema, como o regime pluviométrico (intensidade e distribuição de chuvas durante o ano). Para que se mantenha o desempenho

durante o período chuvoso, recomenda-se que seja integrado a um sistema de infiltração ou a um sistema de aproveitamento de águas pluviais.

4.1.7. Infiltração de águas pluviais

A importância de sistemas de infiltração de águas pluviais, que permitem e favorecem seu escoamento, trazem benefícios não apenas para a construção, mas para o meio urbano como um todo, já que auxiliam na diminuição da poluição difusa, ajudam a prevenir problemas de ordem pública como enchentes e inundações, evitam a sobrecarga dos sistemas de solicitação das redes públicas e realizam a recarga dos níveis do lençol freático (JOHN; PRADO, 2010). Em áreas de terreno impermeável maior do que 500 m², é recomendável a instalação de um reservatório de retenção de águas pluviais, dotado de sistema para infiltração natural da água.

4.1.8. Áreas permeáveis

A presença de solos com alta permeabilidade e de dispositivos que facilitem o sistema natural de absorção de água pelo solo é fundamental para que haja a manutenção do ciclo da água com a reposição dos níveis do lençol freático (JOHN; PRADO, 2010).

4.2 Programas de gestão de água

4.2.1 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)

Surgido em 1997 pelo governo federal, o programa tinha como objetivo promover a conservação e uso racional da água de abastecimento público. O PNCDA sugere a determinação do índice de consumo para algumas tipologias de edifício considera uma série de atividades para redução do desperdício de água, como: campanhas de conscientização; levantamento do sistema hidráulico dos edifícios e dos procedimentos dos usuários relacionados ao uso da água; diagnóstico do sistema, em especial vazamentos; plano de intervenção,

como campanhas educativas, manutenção do sistema, substituição de componentes convencionais por eficientes e reaproveitamento da água; avaliação econômica e avaliação do impacto da redução (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

4.2.2 Programa de Uso Racional da Água (PURA) – USP

O PURA foi criado em 1995 através de um convênio entre a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), a Escola Politécnica da USP (por meio do Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) com o objetivo de reduzir o consumo de água no campus da USP. Por causa dos altos valores de consumo observados, a SABESP concedeu para o programa um desconto nas contas de água mensais da Cidade Universitária, a fim de se criar um fundo destinado às intervenções do PURA, em troca da responsabilização por parte da USP por uma economia de água efetiva, a ser obtida com a implantação de todos os passos propostos e pelo desenvolvimento de uma metodologia de aplicação do programa em outras situações similares futuras (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

Este uso racional da água pretende evitar o desperdício de recursos por meio da otimização dos equipamentos, da mudança de hábitos dos usuários e do combate às perdas. O programa almeja a utilização mínima necessária de água sem diminuir a quantidade e a qualidade das atividades desenvolvidas na USP. Esta otimização, por não comprometer os processos envolvidos, é de caráter permanente. O Programa de Uso Racional da Água apresenta como características a otimização, permanência das ações e o aspecto educativo. Mudanças de hábitos, racionalização do uso, sensibilização para o problema do desperdício (“sensibilidade ecológica”), que trarão proveitos para além do ambiente de trabalho, beneficiando toda sociedade (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

As intervenções físicas do PURA foram realizadas primeiramente na Cidade Universitária, no período de 1998 a 2002, sendo operada em três fases. A primeira fase (1998/1999) atingiu sete unidades, que

eram responsáveis por 50% do consumo do campus. A segunda (2000/2001) abrangeu as demais unidades, que totalizavam 21 unidades e eram responsáveis pela outra metade do consumo. A terceira etapa (2002) atuou nas unidades externas ao campus, mas ainda localizada na cidade de São Paulo. Posteriormente, deu-se início ao diagnóstico da situação dos campi localizados no interior de São Paulo (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

Obteve-se, como grande impacto do PURA uma redução de 43% no consumo de água de 1998 a 2006 – de 137881 para 78826 m³/mês. O volume total economizado de água foi de 4,3 milhões de metros cúbicos o que permitiria abastecer 210 mil residências durante um mês. Quanto ao impacto financeiro, caso não existisse o Pura-USP, teriam sido gastos R\$ 33 milhões, em 2006. Graças à atuação permanente do programa foram gastos apenas R\$ 16 milhões. O benefício econômico líquido acumulado no período foi de R\$ 114 milhões (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014). Com base nestes resultados e no desenvolvimento do programa, vale ressaltar que, o PURA exige muito mais do que a simples eliminação de vazamentos e a substituição de equipamentos.

4.2.3 Programa de Conservação da Água (PRÓ – ÁGUA) – UNICAMP

Iniciado em 1999, o Programa de Conservação da Água, denominado Pró-Água, é uma iniciativa desenvolvida pela Faculdade de Engenharia Civil (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Os objetivos gerais são a implantação de medidas que induzam ao uso racional da água nos edifícios localizados na Cidade Universitária Professor Zeferino Vaz, Campinas, e a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. O Programa foi dividido em duas fases, sendo que a primeira consiste no levantamento cadastral, na detecção e conserto de vazamentos, na implantação de telemedição, na instalação de componentes economizadores e na avaliação do desempenho pelos usuários. Já a segunda fase diz respeito às análises de tecnologias economizadoras para usos específicos e à implantação de sistema de gestão dos sistemas prediais no campus (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

4.2.4 Sistema de gestão ambiental - Verde Campus (UNISINOS)

A Universidade do Vale do Rio dos Sinos, por intermédio do projeto Verde Campus, foi a primeira universidade da América Latina a ser certificada segundo a ISO 14001 (Norma sobre Gestão Ambiental). O projeto visa a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, assegurando condições de desenvolvimento socioeconômico, segurança do trabalho, proteção da vida e qualidade ambiental. Um dos resultados mais relevantes alcançados foi a criação do curso de Gestão Ambiental no ano de 2005. Com isso, a UNISINOS possibilitou a criação de laboratórios para estudos ambientais, pesquisas básicas e aplicadas e, ainda, ferramentas de geoprocessamento e demais recursos técnicos e humanos necessários para a formação de seus alunos (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

4.2.5 Programa AGUAPURA - Universidade Federal da Bahia

O projeto AGUAPURA foi desenvolvido no início da década de 2000 e tem como objetivo a redução do consumo de água nas unidades da Universidade através de ações de minimização das perdas e desperdícios, manutenção e aprimoramento da redução obtida. Além disso, visa difundir em todo o meio da UFBA conceitos sobre o uso racional da água, contribuir para a implantação de Tecnologias Limpas, e difundir entre instituições e pessoas o hábito de consumir água de forma racional (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014). O Programa de Uso Racional de Água da federal baiana teve como intuito inicial fazer a manutenção corretiva dos sistemas de água e cadastramento de todas as unidades da UFBA. No entanto, passou por uma reestruturação em 2005, contemplando a inserção dos dados de leitura dos hidrômetros no Sistema ÁGUAPURA Via Net, permitindo o processamento de informações e, também a manutenção preventiva das instalações prediais.

O consumo de água da universidade começou a ser aferido a partir de 1998 e se manteve por volta de 26.000 metros cúbicos mensais até 2000. Com a implantação do Programa ÁGUAPURA, o consumo foi diminuído para 15.000 m³/mês nos anos de 2006 e 2007, o equivalente à redução de 45%. A água consumida

era advinda do sistema público de abastecimento, mantido pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (Embasa) (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

A linha de ação do programa ÁGUAPURA levou em consideração que o gasto de água em edificações está associado a quatro aspectos: o consumo, o desperdício, as perdas nas instalações e a qualidade ambiental do prédio, dos aparelhos de medição e das tarifas, etc. Dessa forma, foram tomadas medidas para reduzir o consumo, no sentido de conscientizar os usuários quanto à utilização da água. Para evitar o desperdício e as perdas, houve a substituição de alguns equipamentos convencionais por dispositivos economizadores, o uso de adaptadores para redução de vazão nas torneiras e a instalação de hidrômetros em determinados espaços. O principal resultado do programa foi a efetiva redução no gasto de água, tanto no âmbito quantitativo, quanto no financeiro, observando-se uma redução de cerca de 45% do consumo entre 1998 e 2007 (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014).

5. Identificação do estudo de caso

O município de São Carlos localiza-se no interior do estado de São Paulo e pertence à Zona Bioclimática de número 4. Esta zona tem como característica verões quentes e chuvosos, e invernos mais amenos e secos, condições ambientais típicas do clima Tropical de Altitude. Ao longo do ano a média termométrica varia de 16°C a 27°C. E a temperatura máxima absoluta pode chegar a 35°C em outubro, e a mínima absoluta pode chegar a 5°C em junho. A umidade relativa da cidade atinge seu percentual máximo em janeiro, em média 76%, e o mínimo em julho, em torno de 54% (Programa Climate).

5.1. Sobre o campus I da USP de São Carlos

Levantamento do sistema de abastecimento de água

Segundo levantamentos e entrevistas aos responsáveis técnicos do campus (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014), a área é abastecida por duas fontes de água, um poço profundo localizado dentro dos

limites do campus - que é a principal fonte de abastecimento - e complementarmente, em épocas de manutenção da bomba de captação do poço, utiliza-se a rede pública do SAAE de São Carlos. Em geral, as manutenções das bombas são realizadas em julho e dezembro, épocas de menor movimento no campus.

A água captada no poço profundo dentro da unidade não é cobrada, deste modo, a universidade paga somente pelo lançamento de esgoto, que para efeitos de cálculo corresponde a 40% do volume de água captado no poço (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014). A aferição do volume captado é realizada através de um hidrômetro localizado na saída do poço. Além deste hidrômetro, há outros nove hidrômetros instalados no campus, destinados a mensurar o volume de água fornecido pela rede pública quando esta é utilizada. O tratamento desta água captada no poço é simples já que é realizado através cloração. Deste modo, a água captada é clorada, armazenada em um reservatório semienterrado, bombeada para um reservatório elevado e então disponibilizada para o consumo.

Como visto anteriormente, a USP possui o Programa de Uso Racional da Água (PURA), o qual tem como objetivo reduzir o consumo de água no campus da universidade através do uso racional da água (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014). No entanto em São Carlos o programa atuou apenas com a troca de equipamentos e não abordou a área educacional, como realizado na capital. A manutenção dos equipamentos instalados é realizada de forma precária, devido à falta de mão de obra, sendo que a manutenção é realizada apenas de forma corretiva, a fim de consertar vazamentos e equipamentos quebrados, não atuando de forma preventiva.

Levantamento do sistema de drenagem superficial

Segundo entrevistas aos responsáveis técnicos da USP de São Carlos (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014), a drenagem superficial de águas pluviais é realizada através de canaletas instaladas nas ruas e vias de passagem. Estas não requerem manutenção constante, pois são largas e não acumulam grandes quantidades de resíduos. Os resíduos mais encontrados são folhas de árvore e gravetos, não havendo presença significativa de lixos, tais como latas de alumínio e garrafas PETs, comumente encontradas em vias públicas.

A água coletada na área norte (zona alta) é despejada nas canaletas de drenagem das ruas do município, especificamente nas ruas Carlos Botelho e Miguel Petroni. A água coletada na área sul (zona baixa) é conduzida por tubulações e despejada no córrego Monjolinho.

Levantamento do sistema de esgotamento sanitário

Segundo levantamentos e entrevistas aos responsáveis técnicos do campus (BOTASSO; DIAS; LOUREIRO, 2014), o campus I possui uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), entretanto, esta é utilizada exclusivamente para atividades de pesquisa, que utilizam cerca de 10% do volume produzido no campus. Deste modo, todo o esgoto gerado no campus passa pela ETE e o volume não utilizado é despejado na rede de esgoto municipal.

5.2. Sobre o bloco de aulas (ateliês) do IAUUSP



Figura 1 - Mapa do Campus 1. Em destaque o bloco de ateliês do IAU

Figura 2 - Entrada do IAU

Ao analisarmos a questão da medição individualizada no bloco de salas de aula do edifício do IAU/USP, percebemos que este equipamento é inexistente. Como discutido anteriormente, em todo o campus I a medição não é feita de modo individualizado conforme os edifícios e instituições, sendo que a água é retirada de um poço artesiano. Sendo assim, é impossível medir a quantidade hídrica utilizada apenas pelos blocos do IAU, fator que dificulta o gerenciamento do consumo de água por unidade institucional.

Segundo Schmitz (SCHMITZ, 2012), a instalação predial com medição individualizada (MI), possui um custo inicial de construção superior à instalação com medição coletiva (MC), porém, considerando a redução de água esperada para o sistema, a MI se torna economicamente viável ao longo do tempo para o edifício estudado. Por isso, seria de bom uso para USP de São Carlos a instalação destes sistemas de medição individualizada de água.

No contexto dos dispositivos economizadores, percebemos que a presença deste sistema nas bacias sanitárias do bloco de salas de aula do IAU é inexistente. Com isso, não é possível regulamentar o consumo de água proveniente dos vasos, o que pode levar a grandes desperdícios hídricos. Já em relação aos dispositivos economizadores em torneiras, percebemos que as torneiras do bloco dos ateliês são dotadas de sistemas reguladores de pressão e arejadores. No entanto, o tempo de água disponível nos equipamentos são diferentes entre si (disponível na tabela 1), fator que evidencia uma falta de manutenção e reparo por parte da instituição.

	Volume (litros) medições individualizadas	Tempo (segundos) medições individualizadas	Vazão medições individualizadas (litros/segundo)	Vazão média (litros/segundo)
Torneira 1 (Banheiro feminino)	0,6 0,2 0,2	9 4 5	0,06 0,05 0,125	0,05
Torneira 2 (Banheiro feminino)	0,04 0,06 0,04	1 1 1	0,04 0,06 0,04	0,013
Torneira 3	0,25	3	0,08	

(Banheiro feminino)	0,65 0,5	8 5	0,08 0,1	0,086
Torneira 4 (Banheiro masculino)	1,4 1,2 0,25	9 8 2	0,15 0,15 0,125	0,141
Torneira 5 (Banheiro masculino)	0,6 0,55 0,75	6 6 6	0,1 0,09 0,125	0,105
Torneira 6 (Banheiro masculino)	0,5 0,6 0,25	3 4 3	0,16 0,15 0,08	0,13

Tabela 1: Vazão das torneiras providas de arejadores e reguladores de pressão nos banheiros do bloco de salas de aula

Para terrenos com áreas impermeáveis maior do que 500 m², como é o caso do IAU e do bloco de aulas, recomenda-se a instalação de um reservatório de retenção de águas pluviais, dotado de sistema para infiltração natural da água, de acordo com os parâmetros presentes no Guia Selo Casa Azul (JOHN; PRADO, 2010). No caso do IAU podemos considerar que a grande área gramada em frente aos blocos de salas de aula pode funcionar como um sistema de infiltração natural. Desta forma, para que houvesse um sistema completo a fim de reutilizar a água da chuva, bastaria a instalação de um reservatório para reter a água da chuva.



Figura 3 - "Gramadão"

Além deste potencial de acumulação de água pluviais existente nesta grande área gramada, a região corresponde ao maior trecho de permeabilidade de todo o Instituto. Esta área permeável equivale à superfície necessária para a absorção das águas, equivalente à área do Instituto, que permite manutenção do ciclo da água com a reposição dos níveis do lençol freático. Além disso, nas áreas externas descobertas, como as de passagens, há a utilização de pavimento permeável de concreto, fator que auxiliam no sistema de infiltração

geral, discutido anteriormente. Os dados de estudo do bloco de salas de aula do IAU/USP de acordo com o Guia Selo Casa Azul estão resumidos na tabela abaixo:

Tabela 2: Resumo dos dados do bloco de salas de aula do IAU

Elementos presentes no Guia Selo Casa Azul	Presença no edifício estudado
4.1.1. Medição individualizada	
4.1.2. Dispositivos Economizadores (Bacia Sanitária)	
4.1.3. Dispositivos Economizadores (Arejadores)	✓
4.1.4. Dispositivos Economizadores (Reguladores de pressão)	✓
4.1.5. Aproveitamento de águas pluviais	
4.1.6. Retenção de águas pluviais	
4.1.7. Infiltração de águas pluviais	
4.1.1. Áreas permeáveis	✓



Figura 4 - Bacia Sanitária atual



Figura 5 - Torneiras com arejadores e reguladores de pressão

6. Proposta de intervenção e estudo de viabilidade

Ao analisarmos a situação atual de medição do campus I da USP de São Carlos, percebemos que o sistema utilizado não é o mais adequado para um bom gerenciamento do recurso hídrico da universidade. Como relatado na tese de Schmitz, a instalação de um sistema de medição individualizada de água de fato diminui o consumo hídrico a longo prazo, diminuindo o desperdício de água. No caso do campus I da USP de São Carlos a economia financeira relativa a esta diminuição no consumo de água seria inexistente, já que a universidade é abastecida hidricamente a partir de um poço artesiano. No entanto, além de controlar estes desperdícios, o sistema de medição individualizada também propicia diversos benefícios ambientais como a redução de perdas de água por vazamentos ou por usos excessivos e a redução de insumos utilizados na captação, no tratamento e na adução, decorrentes do uso racional de água, tais como energia, sulfato de alumínio, cal, cloro, flúor e outros. Portanto neste projeto propomos a instalação deste sistema em todo o campus I da USP de São Carlos, já que a melhora se daria para muito além do bloco dos ateliers - objeto de

estudo - ou o Instituto de Arquitetura e Urbanismo, atingindo todos os departamentos da Universidade. A seguir apresentamos a tabela de viabilidade desta proposta.

Tabela 3: Viabilidade para a Implantação de um sistema de medição individualizada

Projeto	Vantagens	Desvantagens	Dificuldade			Prazo de implantação	Custo do investimento
			Implantação	Operação	Manutenção		
Implantação de um sistema de medição individualizada	Melhor gerenciamento do consumo hídrico; redução do desperdício de água; melhoramento da qualidade da água	Grande investimento inicial	Média	Baixa	Baixa	Médio (aproximadamente 2 anos)	Alto, principalmente na sua implantação

Além desta grande mudança proposta anteriormente, partindo da questão de correções técnicas do bloco de salas de aula do IAU/USP, também propomos a instalação de dispositivos economizadores em bacias sanitárias, já que além de reduzir os maiores desperdícios de água - que provêm dos vasos e dos chuveiros, quando existentes - sua instalação é de baixo custo. Concomitantemente à esta intervenção, a manutenção frequente e eficiente destes equipamentos é de fundamental importância para o bom funcionamento do sistema, tanto para os dispositivos novos propostos (economizadores em bacias) quando os já existentes (arejadores e reguladores de pressão nas torneiras). Arelado à estes equipamentos, também prevemos uma campanha de uso consciente dos dispositivos, pois ao utilizá-los que modo incorreto, todo o investimento para diminuir o consumo hídrico é em vão. A seguir apresentamos a tabela de viabilidade desta proposta.

Tabela 4: Viabilidade para a colocação e manutenção dos dispositivos economizadores

Projeto	Vantagens	Desvantagens	Dificuldade			Prazo de implantação	Custo do investimento
			Implantação	Operação	Manutenção		
Colocação de dispositivos economizadores em bacias e manutenção dos arejadores e reguladores de pressão em torneiras	Diminuição de perdas hídricas; redução do consumo de água; melhoria nas instalações hidráulicas	Custo com a contratação de um serviço de manutenção frequente	Baixa	Baixa	Baixa	Curto prazo (aproximadamente 6 meses)	Baixo

Por se tratar de um edifício com área construída superior a 500 m², recomenda-se construir no bloco dos ateliês um reservatório de retenção de águas pluviais com sistema para infiltração natural da água, de acordo com os parâmetros apresentados pelo Guia Selo Casa Azul. A partir deste armazenamento, a implantação de um sistema de aproveitamento das águas pluviais seria possibilitada. Uma vez que a USP se beneficia de um abastecimento de água proveniente de Poço Artesiano, e considerando que o recurso de água potável subterrânea é extremamente valioso e que deve ser preservado, o aproveitamento da água da chuva pode representar uma redução de até 10% do consumo de água potável, o que seria um grande ganho ambiental. Porém, para que este novo sistema seja inserido da maneira correta, deveria ser pensada uma rede de abastecimento secundária, independente do sistema de abastecimento de água potável, para que a utilização de águas provenientes da chuva não represente um risco à saúde. Sendo assim deve ser ponderado o quanto o custo de instalação desta rede secundária seria economicamente viável já que a poupança em termos monetários seria baixa, considerando que a USP não paga pela água consumida (poço artesiano), e só pelo volume líquido jogado na rede de esgoto.

Tabela 5: Viabilidade para a instalação do reservatório

Projeto	Vantagens	Desvantagens	Dificuldade			Prazo de implantação	Custo do investimento
			Implantação	Operação	Manutenção		
Instalação de reservatório para retenção de águas pluviais com sistema para infiltração natural da água.	Retardo no despejo das águas pluviais para o sistema público de esgoto, sem a descarga direta na rede pública, o que ajuda a evitar enchentes e inundações.	Custo de instalação; reforma; gastos com a contratação de um serviço de manutenção frequente.	Alta	Alta	Média	Curto prazo (aproximadamente 6 meses)	Alto

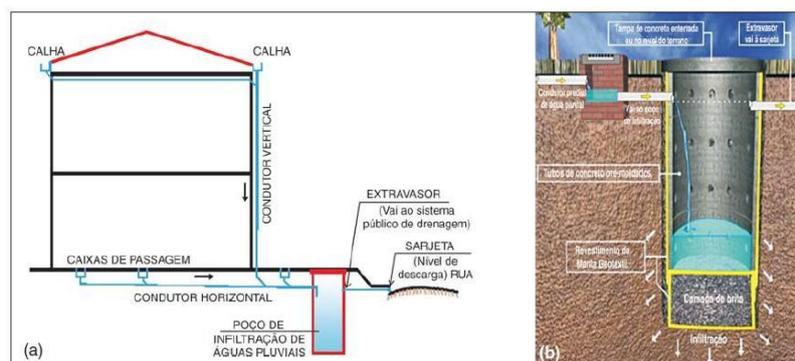


Figura 6 - Esquema do poço de infiltração de águas pluviais (a) e em detalhe (b)

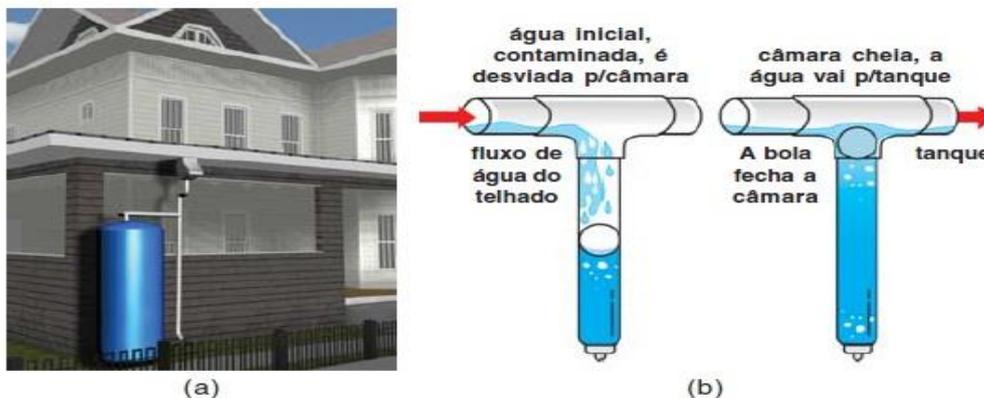


Figura 7 - Sistema de aproveitamento de águas pluviais (a) e dispositivo de descarte de água contaminada gerada no início da chuva (b).

A figura 6 apresenta um esquema de um poço de infiltração de águas pluviais em um edifício (a). O sistema é composto por condutores - calhas e condutores - que levam a água da chuva para o poço. Este reservatório deve possuir tampa de concreto, com revestimento interno de manta Geotêxtil, localizado sobre uma camada de brita, cujo nível de fundo deve estar acima do maior nível sazonal do lençol freático. O reservatório possui um extravasor, que permite a passagem de parte da água para o sistema público de drenagem, onde é despejada na rua. Já a Figura 7 (b) mostra um exemplo de dispositivo de descarte de um volume inicial de água de chuva que poderia estar contaminado, representando risco à saúde.

6.1 Indicador

Nome do indicador	Sistema de Gestão Sustentável de Água para Edifícios Educacionais
Descrição curta do indicador	O indicador Sistema de Gestão de Água para Edifícios Educacionais visa avaliar a adoção de um sistema de gestão sustentável de água em um edifício educacional, a partir de ações como a medida do consumo <i>per capita</i> de água, do custo de implantação e manutenção do sistema e a análise da qualidade do sistema implantado.
Relevância ou pertinência do indicador	A análise e mensuração de variáveis como o padrão de consumo individual de água, o custo de implantação e manutenção e a qualidade do sistema implantado permitem avaliar a viabilidade de adoção de um sistema de gestão sustentável de água em um edifício educacional.
Alcance (o que mede o indicador)	O indicador avalia as principais variáveis referentes à implantação e ao uso de um sistema de gestão sustentável de água em um edifício educacional, os quais são consumo individual de água, custos individuais de implementação e manutenção e o grau de satisfação dos usuários com o sistema implementado.
Limitações (o que não mede o indicador)	As principais limitações do indicador são: desconsideração de variáveis dentro de um padrão de comportamento, já que se baseia em uma média estabelecida por meio de cálculos, que não inclui faixas atípicas de consumo; e a determinação da qualidade do sistema a partir de uma análise subjetiva, de acordo com as percepções de cada usuário.
Fórmula do Indicador	$I[SGH2O] = ICA + IPA + IQS;$ ICA: Índice de Consumo <i>per capita</i> de Água (ICA = média anual de consumo de água no edifício/número total de usuários), unidade: litros por usuário [L/usuário] IPA: Índice de Custo <i>per capita</i> de Água (IPA = média anual do custo da água no edifício/número total de usuários), unidade: reais por usuário [reais/usuário]

	IQA: Índice de Qualidade da Água (análise qualitativa). Qualificação do sistema de água de acordo com três faixas de satisfação – Satisfatório, Regular e Insatisfatório.
Definição das variáveis que compõem o indicador	<p>O indicador é formado pelas seguintes variáveis: Índice de Consumo <i>per capita</i> de Água (ICA), Índice de Custo <i>per capita</i> de Água (IPA) e Índice de Qualidade de Água (IQA), conforme definição abaixo.</p> <p>Índice de Consumo <i>per capita</i> de Água (ICA): esta variável calcula o consumo individual de água em um edifício educacional. É obtida através da relação entre o consumo total de água no edifício, em litros (L), pelo número total de usuários. Possibilita a análise da dimensão do impacto do consumo de cada indivíduo no consumo total de água no edifício, a partir do cálculo da média <i>per capita</i> do consumo de água.</p> <p>Índice de Custo <i>per capita</i> de Água (IPA): esta variável calcula o custo individual da água em um edifício, considerando os gastos com implantação e manutenção do sistema (gastos humanos e materiais). É obtida através dos cálculos da relação entre o custo total de implantação, em reais, pelo número total de usuários, e entre o custo de manutenção do sistema de água do edifício, em reais, pelo número total de usuários. Possibilita a análise da dimensão do impacto do usuário nos custos de implantação e manutenção de um sistema de gestão de água sustentável em um edifício educacional.</p> <p>Índice de Qualidade de Água (IQA): esta variável avalia o grau de satisfação dos indivíduos com o sistema de gestão de água existente em um edifício educacional. É obtida através de uma análise qualitativa, feita por meio de questionários periódicos respondidos pelos usuários, que classificam o sistema de acordo com três faixas de satisfação (Satisfatório, Regular e Insatisfatório). Possibilita a verificação da eficácia do funcionamento do sistema de gestão de água do edifício, a partir das percepções de cada usuário.</p>
Cobertura ou Escala do indicador	Escala local [do edifício]
Fonte dos dados	Os dados são obtidos a partir de medição individualizada do consumo de água do edifício em questão, feita por técnicos especializados; dados do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAUUSP), relacionados com consumo de água, custos operacionais e número de usuários, incluindo alunos, docentes e funcionários; e informações obtidas após interpretação e análise das respostas dos questionários dadas pelos usuários.
Disponibilidade dos dados (qualitativo)	Dados primários existem, mas há a necessidade de processamento para gerar as informações necessárias.
Periodicidade dos Dados	A periodicidade dos dados relacionados ao consumo e aos custos é mensal, enquanto o número dos usuários é obtido semestralmente e os questionários de análise da qualidade da água são anuais.
Período temporal atualmente disponível	Desde o ano da implantação.
Requisitos de coordenação interinstitucionais para que fluam os dados	Os requisitos necessários são a implantação de um sistema de medição de água individualizado, para o bloco dos ateliês, a participação dos usuários nos processos de avaliação do sistema, a disponibilização e divulgação de dados e informações relevantes por parte da administração do edifício, e a formação de uma equipe especializada pela sistematização dos dados.
Relação do indicador com Objetivos da Política, Norma ou Metas Ambientais ou de DS	O indicador é usado como um parâmetro para a adoção e ajuste de um sistema de gestão sustentável de água em um edifício educacional.
Relevância para a Tomada de Decisões	A definição do indicador de Sistema de Gestão Sustentável de Água para Edifícios Educacionais permite avaliar a eficácia de implantação de um sistema do tipo, e os eventuais ajustes necessários para sua completa funcionalidade.
Gráfico ou representação, com frase de tendência.	Gráficos que representam os resultados de cada uma das variáveis e um que representa o resultado geral
Tendência e Desafios	Dentre os desafios, estão os custos relacionados com a implantação de um sistema de medição individualizada de água no edifício em questão e dos gastos relacionados com a implementação completa do sistema; e a conscientização dos usuários da importância de sua participação e colaboração com o sistema.
Periodicidade de atualização do indicador	Anual

7. Conclusão

Sabendo dos atuais problemas referentes à questão da boa gestão da água, que envolve seu uso racional e sua preservação como um bem natural fundamental para qualquer tipo de vida, o projeto desenvolvido neste trabalho visou amenizar tais problemas a partir da análise geral do sistema estudado e da proposta de diferentes soluções.

As ações propostas possuem diferentes escalas propositalmente, pois o projeto não visa apenas o melhoramento da gestão dos recursos hídricos no bloco de salas de aula do IAU, mas prevê um ganho ambiental e econômico em todo o campus da Universidade. A intervenção de maior escala - a instalação dos sistemas de medição individualizada - visa não só a redução da água e seu uso consciente, mas também diversos benefícios ambientais, como a redução de insumos utilizados no processo de tratamento de água. Outra intervenção, de média escala, mas que atinge o bloco do IAU como um todo, é a instalação de um reservatório de retenção das águas pluviais, afim de controlar o escoamento das águas provenientes de chuvas e armazena-la para sua reutilização. Com isso, além de prevenir o risco de inundações em regiões com alta impermeabilização do solo, aliviando o sistema de drenagem pública, o sistema também reduziria o uso de água potável em bacias sanitárias, irrigação de áreas verdes e lavagens de pisos.

Também as intervenções de menor escala, proposta para o bloco de salas de aula do IAU, poderiam servir como referência para os demais institutos e departamentos da Universidade a fim de reduzir o consumo hídrico no campus como um todo. Estas ações dizem respeito à instalação e manutenção de dispositivos economizadores, em bacias e em torneiras, nos lavatórios dos ateliers. Ambos possuem instalação de baixo custo e fácil manutenção, sendo que estes dispositivos são capazes de reduzir os maiores desperdícios de água, que são provenientes do grande volume de água gasto nas descargas das baciassanitárias e no uso inconsciente de torneiras. Atrelado a estes equipamentos, também prevemos uma campanha de uso consciente dos dispositivos, pois ao utilizá-los que modo incorreto, todo o investimento para diminuir o consumo hídrico é em vão.

Por fim, a partir de toda a discussão técnica de instalação de diferentes sistemas que visem a diminuição do consumo hídrico no campus I da USP de São Carlos, percebemos que é de fundamental importância uma mudança social e educacional relativa às questões ambientais e sustentáveis atualmente. Além de uma campanha conscientizadora, que tem efeitos a curto prazo, também propomos uma reeducação ambiental que comece nas escolas e seja reafirmado nas universidades, através da introdução de um maior número de disciplinas referentes à questão do uso consciente de todos os recursos naturais existentes, das novas tecnologias existentes capazes de equilibrar as ações do homem e da preservação da boa qualidade de vida na sociedade.

8. Referências Bibliográficas

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

_____. *NBR 15527: Água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos*. Rio de Janeiro, 2007.

BOTASSO, A.M.; DIAS, P.C.; LOUREIRO, E.M.M. *Gestão da água na área I do Campus de São Carlos*. 69 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CERVEIRA, T.M. *Avaliação de construções sustentáveis com aplicação para o edifício de Engenharia Ambiental da EESC/USP*. São Carlos, 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.

JOHN, V.M.; PRADO, R.T.A. (Org). *Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável*. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.

MOREIRA, F.B. *Avaliação da viabilidade de consumo de água não potável proveniente de sistemas de capacitação de água de chuva no Campus I, da Universidade de São Paulo, em São Carlos*. São Carlos, 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.

SCHMITZ, C.E.C. *Viabilidade técnica e econômica de um sistema hidráulico predial com medição individualizada*. Porto Alegre, 2012. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.