

# Trabalho de Conclusão de Curso

## **AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE INDICADORES DE CONSUMO COMO FERRAMENTAS DE AUXÍLIO À RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO TRINDADE**

LUIS FELIPE DE A. F. MENEGASSI

Orientador: Ramon Lucas Dalsasso

2012

1º Semestre



Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental  
Trabalho de Conclusão de Curso – TCCII

**AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE  
INDICADORES DE CONSUMO COMO  
FERRAMENTAS DE AUXÍLIO À RACIONALIZAÇÃO  
DO USO DE ÁGUA DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
TRINDADE**

**Luis Felipe de Andrade Figueira Menegassi**

Orientador

Prof. Ramon Lucas Dalsasso

Florianópolis (SC)

Agosto de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE INDICADORES DE CONSUMO  
COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO À RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA  
DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO TRINDADE

LUIS FELIPE MENEGASSI

Trabalho submetido à Banca Examinadora como  
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de  
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental-  
TCC II

BANCA EXAMINADORA :

  
Prof. Dr. RAMON LUCAS DALASSO  
(Orientador)

  
Engo. MARCUS PHOEBE FARIAS  
(Membro da Banca)

  
Prof. Dr. MAURÍCIO LUÍZ SENS  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
AGOSTO/2012

## RESUMO

Uma das principais prioridades das populações humanas é o atendimento por sistemas de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas. Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2009, o índice de atendimento da população urbana com abastecimento de água no Brasil era de 92,7%. No entanto, o quadro se torna preocupante quando são avaliadas as perdas de distribuição: o valor médio nacional de perdas foi de 41,6%, chegando a valores superiores a 60% em alguns estados da federação, de forma que uma grande parcela da água que é produzida no país não chega a ser efetivamente utilizada, perdendo-se ao longo do sistema de abastecimento.

Como agravante, percebe-se um aumento gradativo da população mundial, que não é acompanhado por um aumento na oferta de recursos hídricos. Esse aumento, aliado às comodidades provenientes da água canalizada, traz uma maior frequência de episódios de falta de água disponível na rede. Também pode ser observado o comprometimento de alguns corpos hídricos responsáveis pelo abastecimento de água para a população devido ao consumo descontrolado e a devolução dessa água na forma de esgoto não tratado. Pode-se afirmar, assim, que o consumo de água aumentou muito nas últimas décadas, aumento não acompanhado por aumentos na disponibilidade e na qualidade deste recurso. Nesse contexto, programas de otimização das redes de abastecimento e combate às perdas, bem como a educação ambiental, visando uma reeducação comportamental da população, são elementos fundamentais e que devem conciliar esforços na busca pela redução do consumo de água e pela preservação desse recurso fundamental à vida humana.

A Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em seu Campus Universitário Trindade, possui um sistema de abastecimento de água antigo, que carece de registro e de um controle adequado. A fatura mensal de água paga à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) pela Universidade corresponde ao consumo global do campus, não havendo um conhecimento exato do traçado da rede interna que permita a setorização e a identificação precisa dos principais consumidores. Dessa forma, a Universidade não possui parâmetros para avaliação de sua demanda, configurando-se como uma grande consumidora de água.

Objetivando a implantação de ferramentas que deem subsídios para uma gestão mais eficiente do sistema de abastecimento de água do campus, esse trabalho se propõe a realizar um diagnóstico da aplicabilidade de indicadores para os setores que apresentam, historicamente, os maiores padrões de consumo. Esses indicadores são específicos por tipologia ocupacional, e são calculados pela relação entre o consumo da unidade e sua unidade consumidora. Assim, foram propostas alternativas de cálculo para os diferentes setores estudados, e discutidas as dificuldades associadas à obtenção dos dados necessários. Espera-se, com isso, contribuir com as ações de racionalização do uso de água no campus.

**PALAVRAS-CHAVE:** consumo de água, tipologias de consumo, indicadores de consumo de água, UFSC.

## ABSTRACT

The supply of water in adequate quantity and quality is nowadays a top priority for human populations. According to the Services of Water and Sewage Diagnostic, of 2009, the attendance rate of urban population with water supply in Brazil was 92.7%. However, the picture becomes disturbing when the distribution wastes are valued: the average national waste was 41.6%, reaching values above 60% in some states, what means that a large portion of the water which is produced in the country fails to be effectively utilized, being lost along the supply system.

To worsen the case, there is a gradual increase in world population, which is not accompanied by an increase in the supply of water resources. This increase, combined with amenities from piped water, brings a higher frequency of episodes of lack of water. At the same time, a great percentage of that consumed water returns to the environment as untreated sewage, which can contaminate the water sources. It can be argued therefore that water consumption has increased in recent decades, an increase not followed by increases in the availability and quality of this resource. In this context, programs of optimization of supply networks and waste reduction, as well as environmental education, targeting a reeducation of the population's behavior toward water, are fundamental and should combine efforts to achieve a reduction of water consumption and the preservation of this resource, vital to human life.

The Federal University of Santa Catarina - UFSC, in his Campus Trindade, has an old system of water supply that lacks adequate record and control. The monthly water bill paid to the Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) corresponds to the global consumption of the campus, without an exact knowledge of the internal layout of the network to allow sub metering and precise identification of the main consumers. Thus, the University has no parameters to evaluate its demand, and it is today a large consumer of water.

Aiming the implementation of tools that support a more efficient management of the water supply system of the campus, this TCC intends to make a diagnosis of the applicability of indicators for the sectors that have, historically, the highest standards of consumption. These indicators are specific for each occupational type, and are calculated by the division between the water consumption of the unit

and its so-called consumer unit. Therefore, alternatives have been proposed to calculate the different sectors in study. It has also been discussed the difficulties associated with obtaining the necessary data. The author hopes, with this work, to contribute with the actions of rationalization of water uses on campus, thus helping the University to play its role as an example to its community.

**Keywords:** water consumption, consumption profiles, water consumption indicators, UFSC.

# ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	i
1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVOS .....	6
<b>2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>6</b>
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
<b>3.1. Consumo de água.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Medição de consumo.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Indicadores de consumo de água.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4. Perdas de água.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. Uso racional da água.....</b>	<b>15</b>
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
5. METODOLOGIA .....	23
<b>5.1. Análise dos dados de consumo do Campus Universitário ....</b>	<b>23</b>
<b>5.2. Identificação das tipologias presentes no campus.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3. Levantamento de alternativas de previsão de consumo .....</b>	<b>26</b>
<b>5.4. Avaliação da aplicabilidade dos indicadores no contexto do campus.....</b>	<b>27</b>
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
<b>6.1. Análise do consumo de água do campus.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2. Tipologias de consumo identificadas.....</b>	<b>60</b>
<b>6.3. Indicadores associados às tipologias.....</b>	<b>62</b>
<b>6.4. Aplicabilidade no campus.....</b>	<b>64</b>
<b>6.4.1. Concepção dos indicadores.....</b>	<b>64</b>
<b>6.4.2. Análise de casos: .....</b>	<b>73</b>
<b>6.4.3. Discussão dos resultados.....</b>	<b>81</b>



7. CONCLUSÃO .....	83
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
ANEXOS.....	88
APÊNDICES.....	88

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das principais prioridades das populações humanas é o atendimento por sistemas de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas. Em vista da importância desses para atendimento de suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento econômico, grandes esforços vêm sendo feitos, particularmente a partir das últimas décadas do século 20, de modo a se levar água de boa qualidade ao maior número possível de usuários.

No Brasil, um imenso progresso em relação à implantação de sistemas de abastecimento de água se deu nas décadas de 1970 e 1980, com a implementação do PLANASA – Plano Nacional do Saneamento – que permitiu ao país atingir níveis de atendimento de cerca de 90% da população urbana (TSUTIYA, 2006).

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2009, o índice de atendimento da população urbana com abastecimento de água no país era de 92,7%. Embora esse quadro possa ser considerado razoavelmente bom, a situação torna-se preocupante quando se avaliam as perdas de distribuição, isto é, a diferença entre os volumes disponibilizados para distribuição e os volumes consumidos. O valor médio nacional de perdas foi de 41,6%, chegando a valores superiores a 60% em alguns estados da federação. Ou seja, uma grande parcela da água que é produzida no país não chega a ser efetivamente utilizada, perdendo-se ao longo do sistema de abastecimento (desde a captação no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final), o que constitui um importante impacto ambiental devido ao grande consumo de recursos naturais.

Como agravante, percebe-se um aumento gradativo da população mundial, que não é acompanhado por um aumento na oferta de recursos hídricos. Esse aumento, aliado às comodidades provenientes da água canalizada, como o costume de tomar banhos quentes, de usar torneiras de jardim, entre outros, traz uma maior frequência de episódios de falta de água disponível na rede. Também pode ser observado o comprometimento de alguns corpos hídricos responsáveis pelo abastecimento de água para a população devido ao consumo descontrolado e a devolução dessa água na forma de esgoto não tratado. Pode-se afirmar, assim, que o consumo de água aumentou muito nas últimas décadas, enquanto a disponibilidade e a qualidade deste recurso vêm diminuindo (FARIAS, 2010).

Nesse contexto, programas de otimização das redes de abastecimento e combate às perdas, bem como a educação ambiental, visando uma reeducação comportamental da população (mudança de padrões de consumo), são elementos fundamentais e que devem conciliar esforços na busca pela redução do consumo de água e pela preservação desse recurso fundamental à vida humana.

Nesse sentido, cabe destacar a iniciativa da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, de criar, na década de 90, o “Programa de Uso Racional da Água - PURA”, um programa de combate ao desperdício de água, devido a processos cumulativos de usos predatórios, como a intensificação de usos individuais e excessivos, o mau uso da água, e perdas nos sistemas hidráulicos públicos e prediais (TSUTIYA, 2006). A proposta de uso racional da água faz-se através de manutenção adequada e controle de vazamentos em tubulações; da troca de aparelhos sanitários antigos por novos aparelhos, menos consumidores e com descargas diferenciadas; com o reuso da água; o aproveitamento de água da chuva, entre outras ações.

Uma das grandes dificuldades encontradas no que tange o uso racional da água no país está na estrutura dos sistemas públicos e prediais antigos, que não prezavam pela economia do bem. Atualmente, muitos são os sistemas de distribuição cujos traçados não são totalmente conhecidos (o que dificulta, por exemplo, a busca por eventuais vazamentos), bem como prédios que necessitam passar por expressivas reformas para que passem a contar com, por exemplo, medidores de água individuais, aparelhos sanitários economizadores de água e/ou sistemas de aproveitamento de água de chuva.

Para o caso de redes prediais que englobam diversos consumidores, como é o caso de condomínios residenciais, blocos comerciais ou mesmo grandes instituições públicas setorizadas, deve ser realizada uma micromedição do consumo. Essa micromedição visa identificar as contribuições individuais de cada consumidor, responsabilizando-o pelas mesmas, e se configura como etapa fundamental para a posterior implementação de medidas que visem reduzir o consumo de água naquele ponto.

A Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em seu Campus Universitário Trindade, possui um sistema de abastecimento de água que carece de registro e, conseqüentemente, de controle. A fatura mensal de água paga à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) pela Universidade corresponde ao consumo global do

campus. Não há um conhecimento exato do traçado da rede interna, o que dificulta a setorização e a identificação precisa dos principais consumidores.

A universidade dispõe de diversos hidrômetros instalados em diferentes pontos do campus, no entanto não há clareza sobre as economias por eles atendidas. Como agravante, sabe-se que em diversas situações as medições realizadas correspondem a mais de uma economia (mais de um departamento, por exemplo), o que dificulta a ideia de responsabilização de tal unidade, e a adoção de medidas setorizadas para racionalizar o uso da água.

Dessa forma, a universidade apresenta-se como uma grande consumidora de água, sustentada pelo desperdício devido aos usos não conscientes. Isso contrasta com o seu papel de educadora perante a sociedade, e com seu discurso de otimização do consumo dos recursos naturais.

Para trabalhar essa problemática, o grupo do Programa de Uso Racional da Água – PURA – da UFSC iniciou um trabalho de mapeamento e setorização da rede do campus, e monitoramento dos hidrômetros existentes. A presente proposta de trabalho visa contribuir com os avanços obtidos pelo grupo, buscando avaliar a facilidade de implementação e cálculo de indicadores de consumo para diversas unidades do campus.

Os indicadores podem ser considerados uma importante ferramenta de apoio à tomada de decisões, pois permitem uma análise real da evolução do consumo de cada setor e a comparação com casos similares constantes na bibliografia, de forma a destacar os setores mais críticos e direcionar com embasamento as ações de racionalização da água.

Através da definição de indicadores de consumo e de eficiência do abastecimento do campus, pretende-se criar ferramentas de auxílio à gestão deste abastecimento e à adoção de medidas que visem uma redução do consumo de água na instituição, a fim de contribuir para que a Universidade possa de fato desempenhar seu papel de modelo perante a comunidade.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a aplicabilidade de indicadores de consumo de água no Campus Universitário Trindade da UFSC, para empregá-los como ferramentas de auxílio à racionalização do uso desse bem.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Analisar o comportamento do consumo dos maiores usuários de água do campus no período de 2006 a 2011;
2. Identificar as tipologias de consumo predominantes associadas a cada consumidor;
3. Levantar os dados de entrada necessários para a construção dos indicadores associados às diferentes tipologias;
4. Verificar a aplicabilidade dos indicadores no contexto da UFSC;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Consumo de água

Conforme descrito na obra do PROSAB organizada por Gonçalves (2006), o consumo de água pode ser considerado como a água utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. Na visão dos autores, a soma do consumo de água com o desperdício, na forma de mau uso e perdas como vazamentos, nos dá a demanda de água.

Tucci (1997), quando redige sobre usos múltiplos dos recursos hídricos, lista o abastecimento público, consumo industrial, matéria-prima para indústria, irrigação, recreação, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, transporte, diluição de despejos, e preservação da flora e fauna; sendo que os cinco primeiros, ao contrário dos demais, exigem a retirada da água do manancial.

Devido às particularidades de cada nação, em muitas regiões do globo a população consome mais água do que os corpos hídricos locais podem disponibilizar. Mancuso e Santos (2003) afirmam que 26 países, que abrigam 262 milhões de pessoas, enquadram-se na categoria de áreas com escassez de água.

Complementando as informações anteriores, Tsutiya (2006) argumenta que o consumo de água pode ser afetado, entre outros fatores, pelas condições climáticas, hábitos e nível de vida da população, natureza da cidade, medição de água, pressão na rede e preço da água; ou seja, está intimamente ligado à infra-estrutura e cultura da população.

A questão cultural ganha elevada importância quando associamos o consumo de água aos costumes de determinadas populações. Podemos observar com frequência que em locais onde há grande disponibilidade de água, o consumo e o desperdício deste bem são elevados.

O consumo de água de um determinado setor de abastecimento pode ser determinado, de um modo geral, através da leitura dos hidrômetros, da leitura de um macromedidor instalado na saída do reservatório ou, quando não houver medição, por meio de alternativas de previsão de consumo (TSUTIYA, 2006).

### 3.2. Medição de consumo

Segundo Tsutiya (2006), os hidrômetros são aparelhos destinados a medir e indicar a quantidade de água fornecida pela rede distribuidora a uma rede interna ou instalação predial. Dentre as tecnologias disponíveis de medição de água, eles são a opção mais largamente utilizada, sendo empregados tanto em instalações prediais quanto industriais.

Eles são geralmente classificados em hidrômetros volumétricos, nos quais a medida é dada pelas oscilações cíclicas de uma peça (pistão ou disco) dadas pelo enchimento e esvaziamento de um volume conhecido; ou hidrômetros velocimétricos, que convertem a velocidade de escoamento da água em volume através do número de rotações de uma turbina ou hélice. Devido às características específicas das águas distribuídas no Brasil, esse é o tipo mais empregado – embora sejam menos sensíveis, possuem menor fragilidade operacional a partículas em suspensão na água.



**Figura 1: exemplo de hidrômetro velocimétrico**  
**Fonte: [www.energirus.com.br](http://www.energirus.com.br)**

Segundo Alves et al. (1999), a seleção do hidrômetro deve ter em conta que as condições reais de operação do medidor estejam, na medida do possível, dentro das faixas e condições de trabalho para as quais ele foi projetado. Devem ser levados em conta fatores como a

qualidade da água, temperatura e pressão da água, condições de instalação e, sobretudo, as vazões de consumo.

Dentre as diversas grandezas associadas aos medidores, a mais comum para sua caracterização é a descarga característica (DC). Essa grandeza é definida como a vazão (expressa em m<sup>3</sup>/h) que produz uma perda de carga de 10 mca, sendo calculada pela seguinte expressão:

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{m\acute{a}x})^{-2}$$

Onde:  $\Delta h$  = perda de carga [kPa]

Q = vazão que passa [L/s]

Q<sub>máx</sub> = DC [m<sup>3</sup>/h]

Quando existem hidrômetros nas ligações prediais, a empresa responsável pelo sistema de abastecimento de água processa periodicamente os dados das leituras dos hidrômetros, para efeito de cobrança e controle. A quantidade de água a ser faturada é dada pela diferença entre as leituras feitas no início e término do período. Tradicionalmente, a leitura é feita manualmente, por um operador da companhia prestadora do serviço.

No entanto, vêm se desenvolvendo cada vez mais medidores equipados com sistemas de telemedição, isto é, aparelhos que transmitem as informações para uma central receptora. Conforme definido em AMRA (2001) apud Tamaki (2004), a telemedição é uma tecnologia da automatização da medição e da transmissão de dados de fontes remotas para estações de recebimento. A partir do uso de um software os dados são processados, analisados, arquivados e gerenciados. Com esse sistema os dados podem ser obtidos de forma mais rápida e segura, permitindo um acompanhamento à distância do comportamento do consumo de água, bem como podem ser obtidos novos parâmetros para gerenciamento das informações.

### **3.3. Indicadores de consumo de água**

Informações prévias sobre o consumo de água de determinada população são imprescindíveis para o correto planejamento e gerenciamento dos sistemas de abastecimento, sobretudo para o dimensionamento dos seus elementos, que dependem da vazão de água estimada (TSUTIYA, 2006).



Para estipular valores de vazão para novas edificações, ou ainda para se ter uma referência de consumo de água para cada tipo de empreendimento, a literatura traz vasta gama de padrões de consumo de água, muitas vezes representado como índices de consumo.

Segundo Oliveira (1999), antes da implementação de quaisquer ações para redução de desperdícios e dos volumes de água utilizados em um sistema, é importante a análise de como a água é consumida e quais são os pontos de maior consumo que variam em função da tipologia predial.

Rocha et al. (1998) informam que o conhecimento dos consumos específicos de água de determinada edificação é denominado de caracterização do consumo de água de uma determinada tipologia predial e que esta varia, dentre outros aspectos, em função do clima e de fatores culturais.

Oliveira (1999) propõe que a auditoria do consumo envolva as etapas de determinação do histórico do indicador de consumo de água e a realização de levantamento das características físicas e funcionais do sistema hidráulico e das atividades desenvolvidas no edifício. Neste caso, o indicador de consumo é obtido da relação entre o volume de água consumido, em um determinado período, e o número de agentes consumidores nesse mesmo período, que são definidos em função da tipologia e das atividades desenvolvidas na edificação.

ANA (2007) informa que “o agente consumidor é a variável mais representativa do consumo em uma determinada tipologia de edificação” e que as unidades que expressam os indicadores de consumo variam conforme a edificação, podendo assumir, dentre outros, os seguintes valores: litros/pessoa.dia, litros/aluno.dia, litros/leito.dia e litros/m<sup>2</sup>.dia. Na Tabela 1 estão alguns exemplos de agentes consumidores, conforme a edificação em estudo.

**Tabela 1. Exemplos de agentes consumidores**

<b>Tipologia</b>	<b>Agente consumidor</b>	<b>Indicador</b>
Edifício residencial	Pessoas (moradores)	L/hab.d
Edifício de escritórios	Pessoas (ocupantes)	L/hab.d
Escola	Alunos	L/aluno.d
Hospital	Leitos funcionantes	L/leito.d
Restaurante (cozinha industrial)	Refeições servidas	L/refeição servida

**Fonte: Adaptado de Oliveira (1999)**

Como para um grande número de tipologias, os agentes consumidores são representados pela população, Oliveira (1999) alerta para o tipo de população a ser definida, uma vez que ela pode ser fixa ou flutuante. A população fixa é aquela que faz uso da edificação em termos de permanência contínua e a flutuante não tem frequência e horário fixos.

Em consonância com o que já foi exposto, mas acrescentando outros fatores, ANA (2007) informa os seguintes aspectos que devem ser considerados para a definição do indicador de consumo:

- tempo de permanência do agente consumidor no local;
- caracterização dos agentes consumidores;
- desconsideração de valores atípicos no período de levantamento do consumo;
- para consumos sazonais calcular a média aritmética e o desvio padrão do consumo e analisar se os valores estão na faixa pretendida;
- para um mesmo tipo de edificação pode ocorrer variação no valor do indicador de consumo, em função de hábitos dos usuários;

De acordo com Gonçalves et al (2006b), o indicador de consumo não deve se ater apenas à quantidade de água por agente consumidor em um determinado período, devendo ser utilizado para estimativas iniciais e como valor de referência para avaliação da sustentabilidade de novas e/ou existentes edificações. Desta forma, o

indicador deve ser utilizado, também, para definição de ações a serem empregadas em programas de uso racional da água.

### **3.4. Perdas de água**

Segundo ANA (2007), o consumo total de água em uma edificação, independente de sua tipologia, é a soma de dois componentes representados pela água efetivamente utilizada e pelo desperdício, ou perdas de água.

Para Miranda (2002), o conceito de perda de água é a diferença entre a água de entrada no sistema e o consumo autorizado. Tsutiya (2006) afirma que desde a captação no manancial até a entrega da água tratada ao consumidor final ocorrem perdas, que são em grande parte causadas por deficiências na operação e manutenção das tubulações e por inadequada gestão comercial das companhias de saneamento.

As perdas de água dividem-se em perdas reais ou físicas e perdas aparentes ou não físicas, ou comerciais.

Perdas reais correspondem ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final (ponto de medição do cliente), sendo geralmente causadas por vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais. Segundo Gonçalves (2006a), as perdas reais ocorrem em qualquer tipo de sistema de abastecimento, e são provocadas por deficiência nos equipamentos, envelhecimento das tubulações e conexões, além de operação e manutenção inadequadas em todo o sistema. De acordo com Miranda (2002), apesar das perdas reais localizadas a jusante do hidrômetro do cliente se encontrarem excluídas do cálculo das perdas reais, são muitas vezes significativas, em particular quando não há medidor, e merecedoras de atenção no contexto dos objetivos da gestão dos consumos.

As perdas aparentes, por outro lado, contabilizam todos os tipos de imprecisões associadas às medições de água produzida e da água consumida, e ainda o consumo não autorizado, por furto ou uso ilícito (MIRANDA, 2002). Tsutiya (2006) afirma que são as perdas correspondentes ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos

hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial.

Oliveira (1999) informa que o combate ao desperdício de água nos sistemas hidráulicos prediais visa tanto evitar o pagamento de uma água que não foi utilizada devidamente, segundo a sua finalidade, como também evitar patologias decorrentes de vazamentos. Segundo ele, a ação mais recomendada para o combate às perdas de água, depois da prevenção, é a detecção de vazamentos, que será tão mais eficaz quanto melhor for a manutenção do sistema. Além dos vazamentos, também são responsáveis pelas perdas o mau desempenho do sistema e ações decorrentes de negligência do usuário, como torneiras mal fechadas.

Os vazamentos podem ser classificados como visíveis e não visíveis. Os primeiros são aqueles que podem ser detectados de imediato pelos usuários e são identificados pelo escoamento ou gotejamento de água; tais vazamentos ocorrem em tubulações, registros, pontos de consumo e em reservatórios. Os vazamentos não visíveis, por sua vez, são aqueles que se apresentam a partir de fatores como manchas de umidade, som de escoamento de água e entrada constante de água em reservatórios (OLIVEIRA, 1999).

A Tabela 2, abaixo, apresenta valores estimados de volumes produzidos por perdas em componentes das instalações prediais.

**Tabela 2: Volumes estimados perdidos em vazamentos**

<b>Aparelho / Equipamento Sanitário</b>	<b>Perda Estimada (litros/dia)</b>
Gotejamento lento	6 a 10
Gotejamento médio	10 a 20
Gotejamento rápido	20 a 32
Gotejamento muito rápido	> 32
Filete Ø 2 mm	> 114
Filete Ø 4 mm	> 333

<b>Torneira (de lavatório, de pia, de uso geral).</b>	
Vazamento no flexível	0,86
Filetes visíveis	144
<b>Mictório</b>	
Vazamento no flexível	0,86
Vazamento no registro	0,86
Filetes visíveis	144
<b>Bacia sanitária</b>	
Com Vazamento no tubo de alimentação da louça	144
Válvula de descarga disparada quando acionada	40,8 litros (supondo válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo).
<b>Chuveiro</b>	
Vazamento no registro	0,86
Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86
<b>Fonte: Oliveira (1999) e Gonçalves et al. (2005) apud ANA (2007)</b>	

As ações de controle e redução de perdas se inserem no contexto de buscar uma atuação na gestão da demanda de água, e não apenas procurar incrementar a oferta para atender às demandas crescentes. As perdas nos sistemas de abastecimento podem e devem ser reduzidas a um nível compatível com as condições ambientais e econômicas específicas de uma região, devendo ser permanente a busca pela melhoria dos materiais e da mão de obra e pela racionalização dos processos e instrumentos de gestão das companhias de saneamento (TSUTIYA, 2006).

### 3.5. Uso racional da água

De acordo com o discriminado por Gonçalves et al. (2006a), o uso racional da água objetiva o controle da demanda através da redução do consumo, preservando a quantidade e a qualidade da água para as diferentes atividades consumidoras.

TSUTIYA (2006) comenta em sua obra que o tema do uso racional da água é amplo e envolve grande diversidade de linhas de ação como mudança de hábitos e culturas, bem como aspectos normativos legais e tecnológicos. O autor acrescenta que em um programa de uso racional da água devem ser considerados vários tipos de utilização da água. Devem ainda ser trabalhados, juntamente com um programa de uso racional da água, programas de redução e controle de perdas, reabilitação e conservação de mananciais, redução do consumo de energia, coleta e tratamento de esgoto, reúso da água e aproveitamento de água de chuva, e instrumentos de gestão sustentável para contribuir na preservação da humanidade.

Dentre as medidas costumeiramente adotadas para a redução no consumo de água, temos o aproveitamento de água da chuva, o aproveitamento de água cinza, a substituição de aparelhos sanitários por modelos economizadores, o controle de vazamentos e a mudança nos hábitos dos usuários.

Com o objetivo principal de garantir o fornecimento de água à população da cidade de São Paulo, foi criado em 1995 o Programa de Uso Racional da Água - PURA, por meio de um convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Segundo Santos (2006), o PURA tem as seguintes metas básicas:

- Quantificar a eficiência no uso de aparelhos economizadores de água;
- Desenvolver e disponibilizar produtos integrados com o uso racional e conservativo da água;
- Gerar documentos técnicos e institucionais relativos às ações do programa.

O programa é estruturado em seis macroprogramas integrados, a saber:

1) Banco de dados sobre tecnologias, documentos técnicos e estudos de caso – objetiva disponibilizar informações diversas ao público em geral;

2) Laboratório Institucional do Programa do Uso Racional da Água em Edifícios (LIPURA) – refere-se a um conjunto de laboratórios institucionais e privados que objetivam avaliar a eficiência de produtos, processos, componentes e sistemas voltados para o uso racional da água;

3) Programa de avaliação e adequação de tecnologias – abrange ações de checagem de tecnologias, objetivando a não permanência no mercado de produtos inadequados;

4) Caracterização da demanda e o impacto das ações de economia no setor residencial – são previstas ações para caracterização e definição de modelo para a demanda de água;

5) Documentos relacionados às leis, regulamentos e programas de garantia de qualidade – estabelece bases documentais para a implementação do PURA; e

6) Programas de consumo reduzido de água em edificações não residenciais.

As ações desse Programa estão voltadas basicamente para o combate ao desperdício quantitativo, conforme as seguintes que são listadas em Santos (2002):

- Utilização de aparelhos economizadores de água
- Incentivo da adoção da medição individualizada
- Conscientização do usuário quanto ao desperdício no uso da água
- Detecção e controle de perdas de água no sistema predial de água fria e
- Estabelecimento de tarifas inibidoras do desperdício.

Em análise ao programa PURA, instalado no campus da Universidade de São Paulo, e considerando positiva e viável a

implantação dessa sistemática, Silva (2004) apresentou as seguintes conclusões, após seis anos de implantação:

- além da redução de consumo de água, o PURA acarretou um elevado benefício econômico para a Universidade no valor total líquido de R\$ 46,61 milhões;

- de 1998 a 2003 houve uma redução de 36% no consumo mensal de água na USP. Em algumas unidades, após realização de intervenções em eliminações de vazamentos e substituição de aparelhos, esse valor chegou a 48%;

- para a população fixa chegou-se a uma redução de 38% no consumo diário per capta.

Oliveira (1999), por sua vez, apresenta as reduções de consumo obtidas a partir de intervenções realizadas no Instituto do Coração do Complexo do Hospital das Clínicas de São Paulo - PURA InCor - e na Escola Estadual de primeiro e segundo graus Fernão Dias Paes - PURA EE.

No PURA InCor a intervenção consistiu da substituição de trechos de tubulação de água e hidrantes que apresentavam corrosão e vazamentos, em vários ambientes do hospital. Foram também eliminados vazamentos visíveis em peças de utilização como torneiras e válvulas de descarga. A correção dos vazamentos proporcionou uma redução no consumo médio mensal de 15.242 m<sup>3</sup> para 10.908 m<sup>3</sup>.

No PURA EE foram corrigidos vazamentos nos sistemas interno e externo da escola, reduzindo o consumo de água de 81,1 L/aluno/d para 4,5 L/aluno/d.

Um resumo desses dados está representado na Tabela 3.

**Tabela 3: Redução de consumo com correção de vazamentos**

<b>Indicadores</b>	<b>PURA InCor</b>	<b>PURA EE</b>
Redução do consumo mensal (%)	28	94
Economia mensal (R\$)	39.352,72	37.409,60
Investimento (R\$)	33.118,84	2.645,95



**Fonte: Adaptado de Oliveira (1999)**

Verifica-se que mesmo para uma mesma tipologia os indicadores de redução apresentam grande variação, uma vez que para cada caso estudado são detectadas situações diferenciadas de vazamentos. Outro fator, que pode ser analisado é que a relação de redução vai depender, também, do valor total de consumo, não podendo ser utilizado como parâmetro de comparação para qualquer caso.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho corresponde ao Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, localizado no bairro Trindade, no município de Florianópolis – SC, por isso também conhecido e referido neste trabalho como Campus Universitário Trindade.

A UFSC foi criada em dezembro de 1960, reunindo as Faculdades de Direito, Medicina, Farmácia, Odontologia, Filosofia, Ciências Econômicas, Serviço Social e a Escola de Engenharia Industrial. Ela foi oficialmente instalada em 12 de março de 1962, na área que é atualmente o campus Trindade (UFSC, 2009).

Localizado no centro da Ilha de Santa Catarina, ladeado pelos bairros Trindade, Carvoeira, Serrinha, Pantanal e Córrego Grande, o campus é o centro da universidade e onde se localizam os órgãos administrativos centrais e principais setores.

Ele ocupa área superior a um milhão de metros quadrados, na qual se encontram instalados 10 centros de ensino: Centro de Ciências Biológicas (CCB), Centro de Ciências da Educação (CED), Centro de Ciências Jurídicas (CCJ), Centro de Ciências da Saúde (CCS), Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM), Centro de Comunicação e Expressão (CCE), Centro de Desportos (CDS), Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH), Centro Sócio-Econômico (CSE) e Centro Tecnológico (CTC). Além disso, também estão presentes no campus importantes estruturas como o Hospital Universitário (HU), o Restaurante Universitário (RU), a Biblioteca Universitária (BU), a Reitoria, o Centro de Cultura e Eventos, entre outras (Anexo A).

Segundo dados apresentados pela publicação *UFSC em Números*, para o ano de 2009, a universidade contava com a população apresentada na Tabela 4.

**Tabela 4. População da UFSC - 2009**

	<b>Quantidade</b>
Alunos de pós-graduação	8.185
Alunos de graduação (descontados EAD)	21.425
Alunos de ensino básico	2.555
Alunos NDI	263
Total de alunos	32.428
Alunos em tempo integral	28.792
Docentes de Ensino Superior	1.649
Docentes de Ensino Básico	149
Docentes Substitutos	489
Total de docentes	2.287
Docentes equivalentes	1.831
Servidores técnico-administrativos (sem HU)	2.808
Total de funcionários equivalentes (incluindo HU)	3.601
População equivalente da UFSC	34.224

**Fonte: UFSC em Números (2009)**

O campus é inteiramente abastecido por água proveniente da rede pública, distribuída pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. A universidade conta com um reservatório circular privativo com capacidade 2500 m<sup>3</sup>, situado no bairro Serrinha, em cota topográfica superior à do campus. Distante alguns metros deste encontra-se outro reservatório, pertencente à CASAN. Ambos são destinados ao abastecimento do campus, que ocorre por gravidade. Um

terceiro reservatório, também pertencente à companhia e situado na Serrinha, dá suporte ao abastecimento dos bairros do entorno, podendo complementar, caso necessário, o aporte de água ao campus. A Figura 2 ilustra o sistema de abastecimento e reservação de água para o campus. Os reservatórios R-6 e R-9 são os destinados exclusivamente ao abastecimento do campus, sendo o primeiro pertencente à universidade, enquanto o reservatório R-7 complementa esse abastecimento quando necessário.





Figura 2: ilustração do sistema de abastecimento e reserva de água do campus

Fonte: PURA-UFSC (2009)

## **5. METODOLOGIA**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso apresentará um diagnóstico do consumo de água no Campus Universitário Trindade, identificando as contribuições individuais obtidas através dos diversos hidrômetros instalados pelo campus. Ele buscará, em seguida, relacionar as medições setorizadas obtidas às devidas tipologias de consumo presentes no setor, para então, com base na caracterização tipológica, propor alternativas de aplicação para os indicadores de consumo.

### **5.1. Análise dos dados de consumo do Campus Universitário**

A rede de distribuição interna do campus possui instalados 52 hidrômetros da CASAN, os quais são utilizados para o faturamento do serviço. O cadastro desses hidrômetros foi efetuado pela equipe do PURA, através de inspeção em campo, com auxílio de um equipamento de GPS para referenciar a posição de cada equipamento. Os dados obtidos em campo foram cruzados com os hidrômetros constantes da fatura da companhia para elaboração da relação cadastral, como apresentado no Anexo B.

No entanto, uma parcela significativa desses encontra-se em péssimo estado de conservação, estando submetida a condições climáticas que ocasionam a degradação e inutilização do equipamento. Segundo a relação cadastral fornecida pelo ETUSC (CASAN), os hidrômetros mais antigos datam de 1979, ou seja, estão operando há mais de 30 anos. Em alguns casos, os aparelhos localizam-se em locais de acesso restrito, sem condições para a correta leitura mensal ou eventuais manutenções pela companhia de saneamento. Além disso, há hidrômetros que estão inclinados, caracterizando assim sub ou super medição (Figuras 3 e 4).



**Figura 3: hidrômetro sem condições de leitura**



**Figura 4: hidrômetros inclinados (erros de medição)**

As incoerências observadas em campo levam a uma desconfiância quanto ao correto faturamento do serviço. Assim, de forma a ter um maior controle sobre os valores pagos pela Universidade, a equipe do PURA começou, no ano de 2006, a efetuar um registro das faturas de água e esgoto. Para exemplificar, o Anexo C traz a planilha de controle com dados dos primeiros meses do ano de 2012.

Em função disso, para realização desse trabalho, dispunha-se dos valores mensais das faturas do campus, discriminados por hidrômetros, desde o ano de 2006. Buscando complementar as análises do PURA, que observam as variações anuais de cada hidrômetro e fazem um levantamento de médias mensais, nesse trabalho observou-se a evolução contínua do consumo, de 2006 a 2011.

No entanto, dada a extensão do parque de hidrômetros do campus, esse trabalho optou por concentrar-se nos ditos ‘maiores consumidores’. Compilando os totais de consumo para o período analisado, obteve-se uma lista com os 17 maiores consumidores.

Com auxílio de planilhas de cálculo construídas no software Microsoft Excel, analisaram-se os dados de consumo do período buscando caracterizar um comportamento padrão para cada um dos hidrômetros acima apresentados, de forma a identificar pontos extremos, que podem corresponder tanto a picos de consumo como a submedições. Descartando os dados extremos, pode obter médias que sejam mais correspondentes ao consumo real associado ao medidor.

A identificação de pontos extremos pode ser cruzada com a ocorrência de eventos não rotineiros, como vazamentos ou a realização

de obras no campus, de maneira a buscar uma justificativa para o valor faturado.

Muito embora o Hospital Universitário seja, destacadamente, o consumidor mais expressivo do campus, o mesmo não será estudado nesse trabalho. Isso se dá, sobretudo, pela já realização no ano de 2011, por parte da equipe do PURA, de um diagnóstico detalhado do hospital, inclusive com levantamento dos pontos de consumo. Além disso, dada a complexidade do ambiente que é o hospital, o mesmo mereceria um trabalho à parte. Dessa forma, o presente Trabalho de Conclusão de Curso concentrou suas análises nos demais 16 hidrômetros integrantes do rol dos maiores consumidores.

## **5.2. Identificação das tipologias presentes no campus**

O traçado da rede no campus não é inteiramente conhecido, o que dificulta a relação dos valores de consumo dados por cada hidrômetro a um grupo específico de pontos de utilização. Assim, para melhor compreensão da demanda de água associada aos principais consumidores do campus, buscou-se realizar uma identificação das tipologias de consumo ali presentes. Foram levantados, para tanto, os principais usos da água no campus. A combinação dos usos observados com as características de cada estabelecimento (formas de uso e ocupação) permite seu enquadramento em uma dada tipologia, seja exata ou aproximada. Como exemplo, prédios de salas de aulas e a biblioteca universitária apresentam pontos de uso similares (banheiros), mas se enquadram como tipologias distintas devido à ocupação física diferenciada que apresentam.

A identificação dos usos da água nas diversas unidades foi dada, em alguns casos, pela própria vivência do autor na Universidade, sendo complementada por informações fornecidas pelas direções dos devidos centros ou unidades em questão, ou através de conversa com funcionários competentes. Por meio dos diversos interlocutores, buscou-se levantar também dados referentes à ocupação física dos estabelecimentos.



### 5.3. Levantamento de alternativas de previsão de consumo

Para as tipologias previamente identificadas, buscou-se na bibliografia valores de orientação. Consideram-se aqui como valores de orientação aqueles disponibilizados em bibliografia especializada ou textos com caráter normativo e que devem ser utilizados para fins de projeção de consumo.

Como o valor absoluto correspondente à água consumida (ex: m<sup>3</sup>/mês) não é um parâmetro representativo para comparação entre duas unidades distintas, tais valores de orientação devem estar expressos sob a forma de índices que associem o consumo a um ou mais parâmetros característicos daquela tipologia, preferencialmente de fácil mensuração. Um exemplo, para restaurantes, é a expressão do consumo em litros por refeição servida. Com isso, se é possível comparar dois estabelecimentos quaisquer, independente de seu tamanho e do público servido.

Como exemplo, a Tabela 5 traz os consumos específicos por tipologia, segundo o Decreto Estadual (SP) 45.805, de 15/05/2001, como apresentados no site da Companhia Paulista de Saneamento - SABESP:

**Tabela 5. Consumos específicos por tipologia**

<b>Natureza</b>	<b>Consumo per capita</b>
Escolas Estaduais 1º e 2º Grau	25 litros/aluno/dia
Escolas Internatos	150 litros/aluno/dia
Escolas Semi – Internatos	100 litros/aluno/dia
Prédios Públicos e Comerciais	50 litros/funcionário/dia
Prédios Hospitalares sem lavanderia	500 litros/leito/dia
Prédios Hospitalares com lavanderia	750 litros/leito/dia
Prédios com alojamentos provisórios/cozinha/lavanderia	120 litros/pessoa/dia
Restaurantes - Prédios Públicos	25 litros/refeição/dia
Creches - Prédios Públicos	50 litros/pessoa/dia

**Fonte: SABESP**

Além desses valores de orientação, a bibliografia também apresenta, para algumas tipologias, equações que permitem uma previsão do consumo de água na unidade, a partir de um ou mais parâmetros que lhe sejam característicos. Há, por exemplo, equações para escolas, hospitais, restaurantes, algumas atividades industriais, entre outros. Foram buscadas, portanto, equações aplicáveis às tipologias identificadas no campus, que podem vir a servir para auxiliar o cálculo dos indicadores, como as seguintes, desenvolvidas pela SABESP:

$$\text{Clubes esportivos: } C = 26 \times NC$$

$$\text{Edifícios comerciais: } C = 0,08 \times AC \text{ ou } = 0,0615 \times AC$$

$$\text{Escola de nível superior: } C = 0,03 \times AC + 0,7 \times NF + 0,8 \times \text{NBS} + 50$$

$$\text{Creches: } C = 3,8 \times NF + 10 \text{ ou } C = 5,96 \times AC + 0,0417 \times (\text{NBS} \times \text{NVO}) \times 0,352$$

$$\text{Shopping Center: } C = -1692 \pm 338 + 0,348 \times \text{ABL} - 0,0325 \times \text{ATT} + 0,0493 \times AC - 468 \times \text{NCIN}$$

Sendo:  $\text{ABL} = \text{Área bruta locável (m}^2\text{)}$

$\text{AC} = \text{Área construída (m}^2\text{)}$

$\text{ATT} = \text{Área total do terreno (m}^2\text{)}$

$\text{NBS} = \text{n}^\circ \text{ de bacias sanitárias}$

$\text{NF} = \text{n}^\circ \text{ de funcionários}$

$\text{NC} = \text{n}^\circ \text{ de chuveiros}$

$\text{NVO} = \text{n}^\circ \text{ de vagas oferecidas}$

$\text{NCIN} = \text{n}^\circ \text{ de cinemas}$

#### **5.4. Avaliação da aplicabilidade dos indicadores no contexto do campus**

A partir da identificação tipológica realizada, foram pensadas alternativas de concepção para a aplicação dos indicadores ao contexto do campus. Visto que diversos setores abrangem mais de uma tipologia, e que os dados de consumo disponíveis são globais e não discretizados,

fez-se necessária uma ponderação entre as contribuições participantes, de forma a buscar a construção do indicador em torno da unidade consumidora mais expressiva. Para estimar as parcelas de contribuição das atividades menos expressivas foram empregados os valores de orientação e as equações de previsão identificadas no item anterior.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a construção e cálculo dos indicadores de consumo, dois dados de entrada são necessários:

- dados de consumo;
- dados referentes à unidade consumidora.

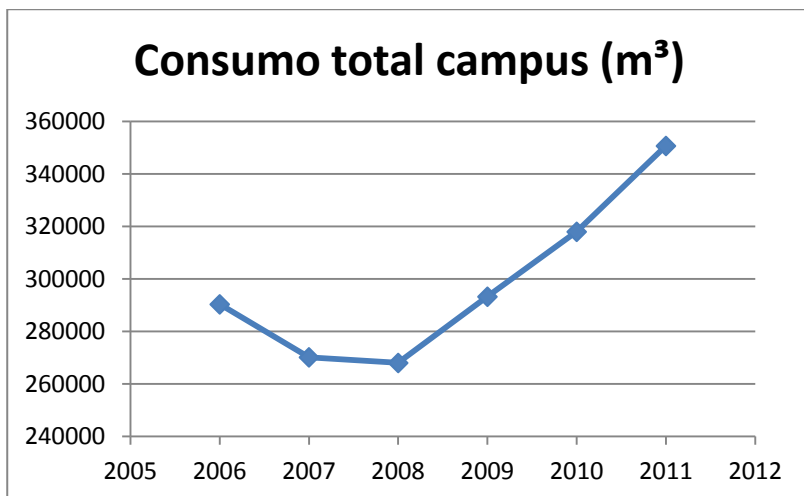
Assim, num primeiro momento serão trabalhados os dados correspondentes ao consumo de água das unidades do campus em estudo. Posteriormente, buscar-se-ão tipologias correspondentes a cada caso, para que se possa definir a unidade consumidora a ser analisada e buscar padrões e equações de previsão de consumo aplicáveis a cada caso. Por fim, serão propostos procedimentos de cálculo para a implantação dos indicadores no contexto da Universidade, bem como discutida a facilidade de aplicação dos mesmos.

### 6.1. Análise do consumo de água do campus

Através das planilhas com a compilação dos dados das faturas de água da UFSC, realizadas pela equipe do PURA, chegam-se aos valores totais anuais de consumo para o campus apresentados na Tabela 6 e na figura 5.

**Tabela 6. Evolução do consumo total do campus de 2006 a 2011**

Ano	Consumo total campus (m <sup>3</sup> )
2006	290.335
2007	270.163
2008	268.016
2009	293.245
2010	317.966
2011	350.658



**Figura 5: evolução do consumo total do campus de 2006 a 2011**

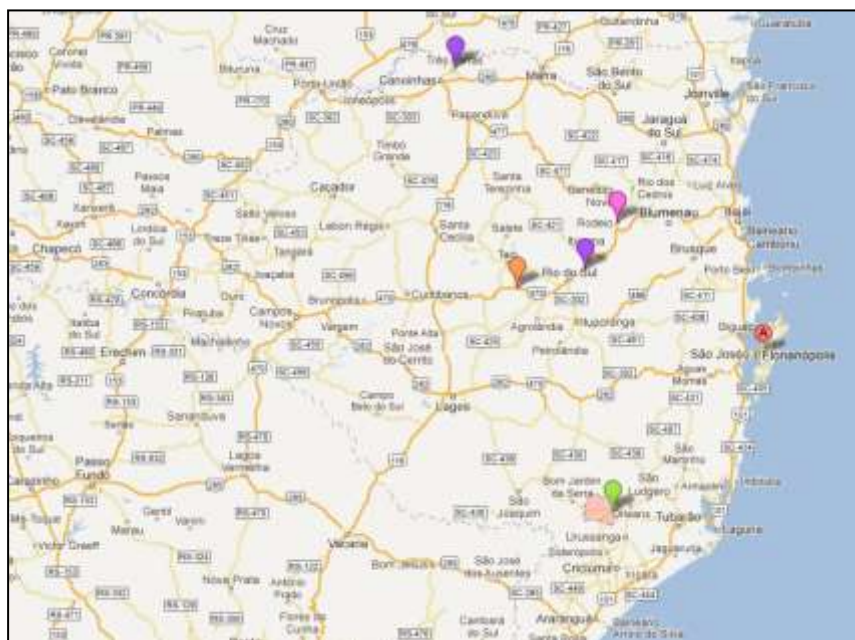
Percebe-se, pelo gráfico, um significativo crescimento nos volumes totais de água consumidos anualmente, sendo o valor obtido em 2011 cerca de 20% superior ao de 2006.

Para fins ilustrativos do que representa o volume de água consumido no campus, comparou-se o seu consumo total, no ano de 2009, com o consumo de alguns pequenos municípios catarinenses, segundo dados apresentados no Diagnóstico de Água e Esgoto 2009 do SNIS.

**Tabela 7. Comparação do consumo de água do Campus Universitário Trindade com algumas cidades catarinenses, segundo dados de 2009**

Município	População urbana (habitantes)	Pop. Urbana atendida (habitantes)	Volume de água consumido (1000 m³/ano)
Três Barras	15.862	8.928	270,40
Pouso Redondo	8.371	7.613	275,52
Rodeio	9.659	7.692	292,02

UFSC	-	-	293,25
Lontras	6.535	6.535	295,97
Lauro Muller	10.578	8.512	308,98



**Figura 6: localização dos municípios catarinenses utilizados na comparação**

Conforme previamente apresentado, a conta única de água e esgoto do campus é composta pelo resultado das leituras de 52 hidrômetros espalhados pela área. Esses medidores variam muito em capacidade e abrangência, de forma que o consumo associado apenas aos 15 maiores consumidores – ou seja, nem 30% do total dos hidrômetros - respondem por cerca de 80% do consumo total, como apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8. Percentual referente aos 15 maiores consumidores**

<b>Ano</b>	<b>Consumo total campus (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Consumo 15 maiores consumidores (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Percentual correspondente apenas aos maiores consumidores (%)</b>
2006	290335	250177	86,17
2007	270163	219274	81,16
2008	268016	212842	79,41
2009	293245	235060	80,16
2010	317966	262350	82,51
2011	350658	292377	83,38

A relação dos 15 maiores contribuidores não se manteve a mesma ao longo dos seis anos, havendo diversos hidrômetros distintos se revezando, principalmente nas posições inferiores. Para minimizar o efeito de valores atípicos pontuais, advindos de vazamentos ou de obras ocorridas, foram acumulados os valores correspondentes a todo o período, e a partir disso elaborado o ranking de consumo. A Tabela 9, abaixo, traz os 17 hidrômetros com maior consumo no período observado.

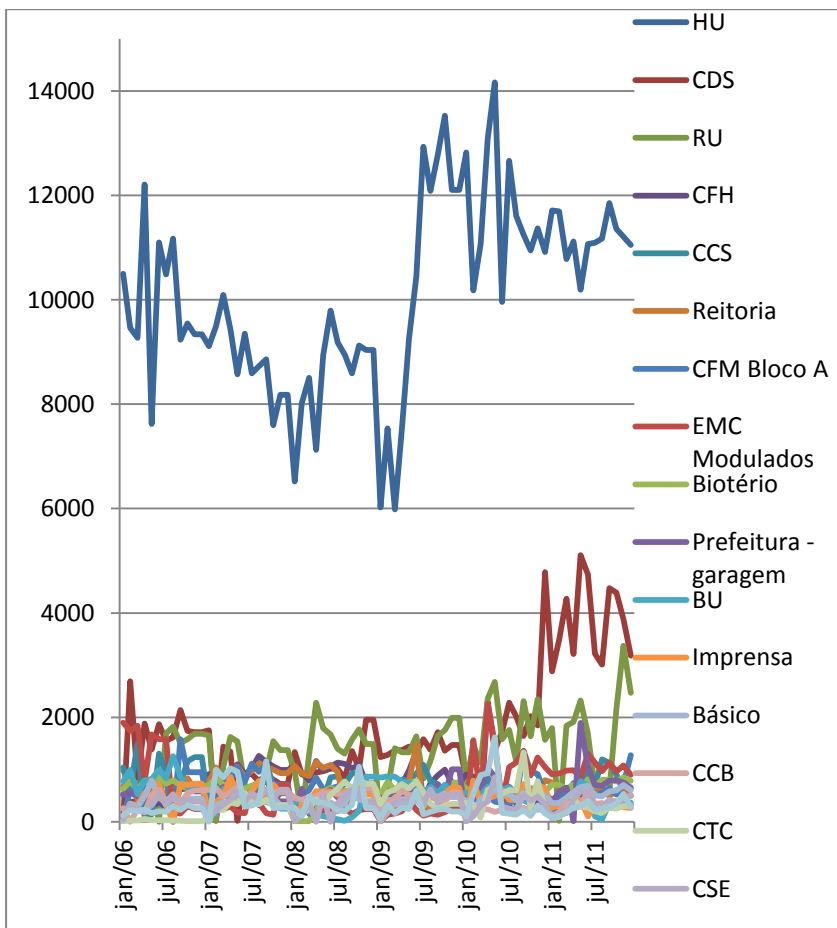
**Tabela 9. Maiores consumidores no período 2006 - 2011**

<b>Nome do Hidrômetro</b>	<b>Código de matrícula</b>	<b>Consumo acumulado 2006 – 2011 (m<sup>3</sup>)</b>
HU	229696-9	724.879
CDS	229670-5	128.472
RU 1	229672-1	99.593
CCS	229695-0	48.097
CFH	229676-4	47.962
Reitoria	229669-1	47.945
EMC Modulados	229668-3	46.189
CFM Bloco A	229690-0	45.935
Biotério Central	229712-4	44.694
Prefeitura do campus - garagem	229715-9	39.529

BU	229665-9	36.318
Imprensa/CCEven	229671-3	33.151
Centro de Estudo Básico	229680-2	30.275
CCB	961107-0	29.743
CSE	229682-9	26.566
CTC	229666-7	25.315
Creche	229683-7	25.299

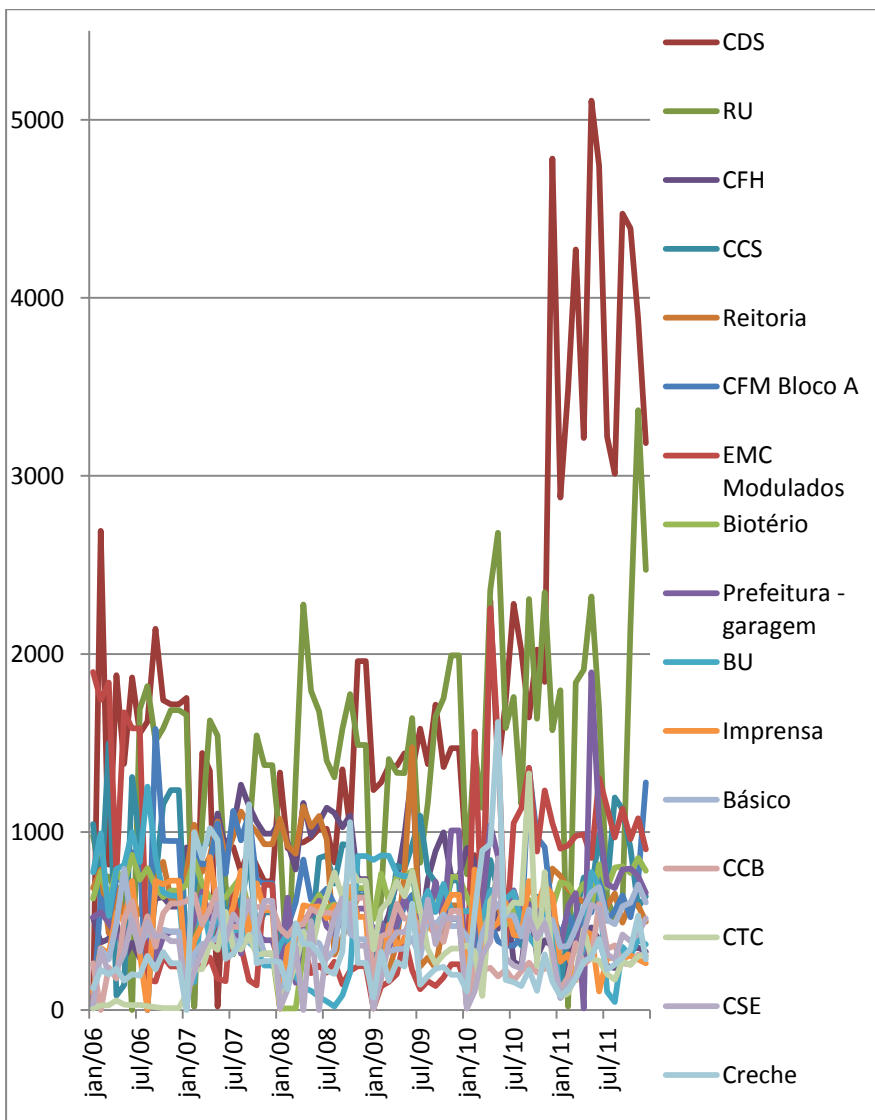
Pelos dados da tabela constata-se que o HU é o consumidor mais expressivo, com valores quase seis vezes superiores aos do segundo colocado do ranking. De fato, esse hidrômetro por si só representa cerca de 40% do consumo total do campus. A evolução do consumo dos 17 medidores acima listados, no período de 2006 a 2011, encontra-se ilustrada na Figura 7.



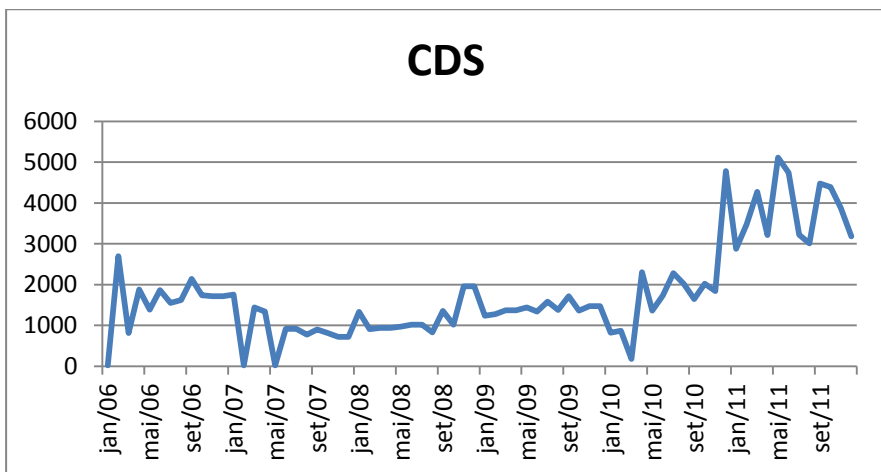


**Figura 7: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para os principais consumidores do campus**

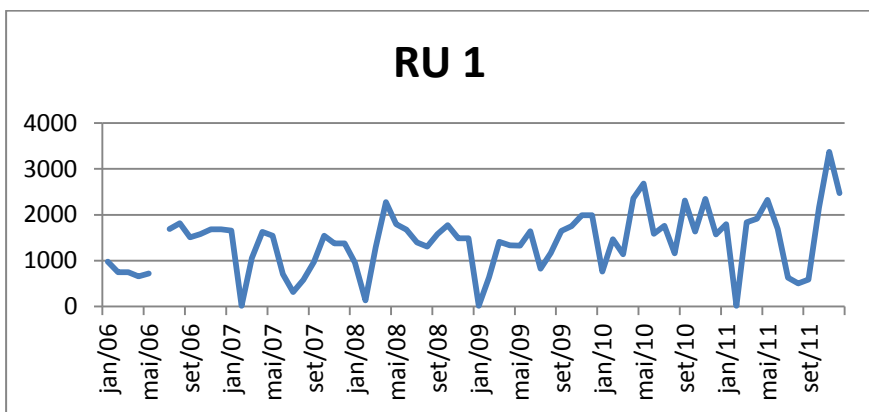
No entanto, conforme apresentado na metodologia, esse trabalho não englobará o HU. Dessa forma, a evolução do consumo das demais unidades pode ser melhor observada na Figura 8, ou individualmente nas figuras 9 a 24.



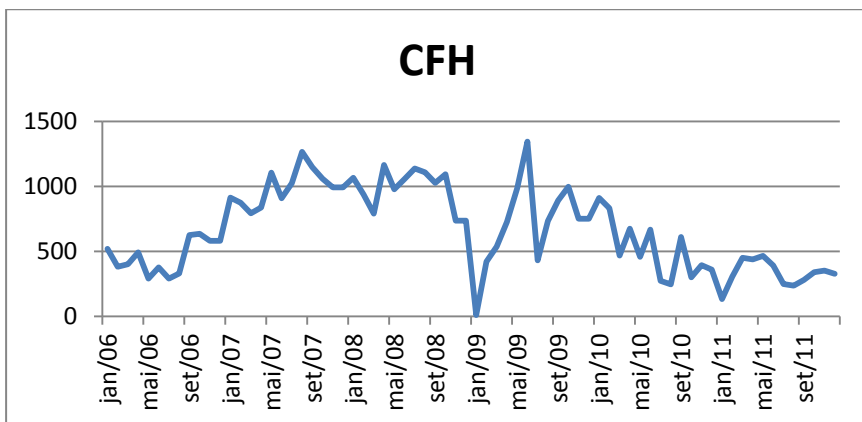
**Figura 8: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para os principais consumidores do campus excluindo-se o HU**



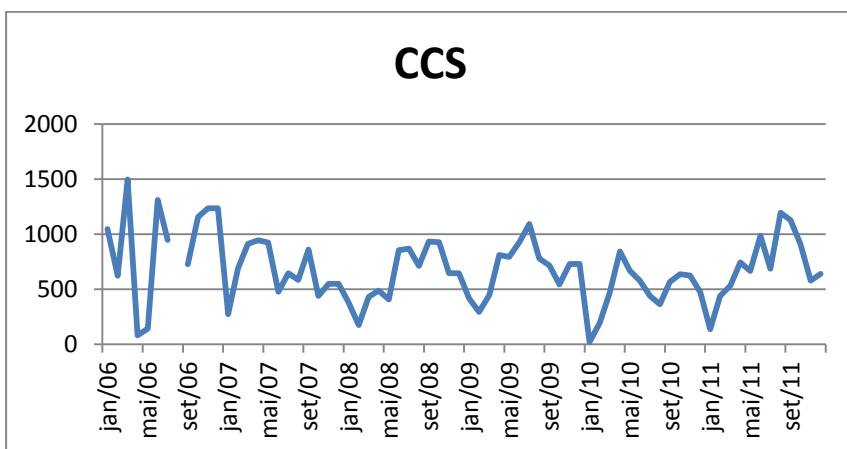
**Figura 9: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro de Desportos**



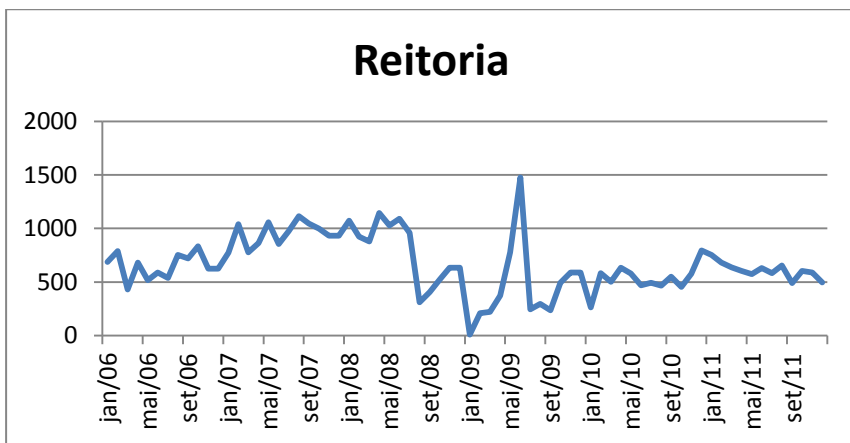
**Figura 10: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro 1 do Restaurante Universitário**



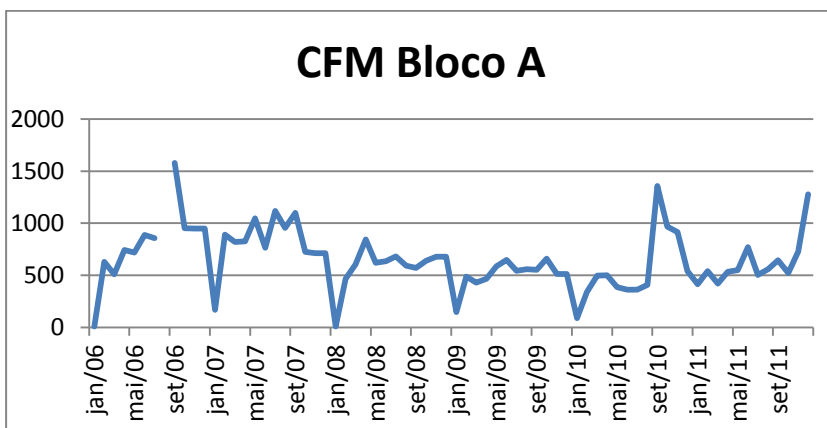
**Figura 11: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro de Filosofia e Ciências Humanas**



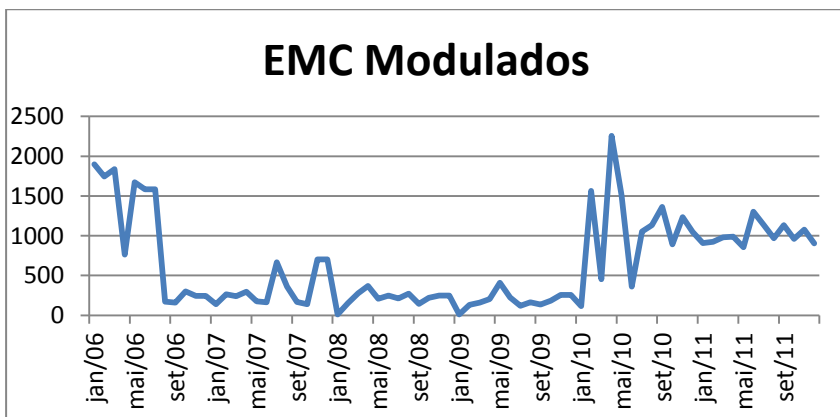
**Figura 12: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro de Ciências da Saúde**



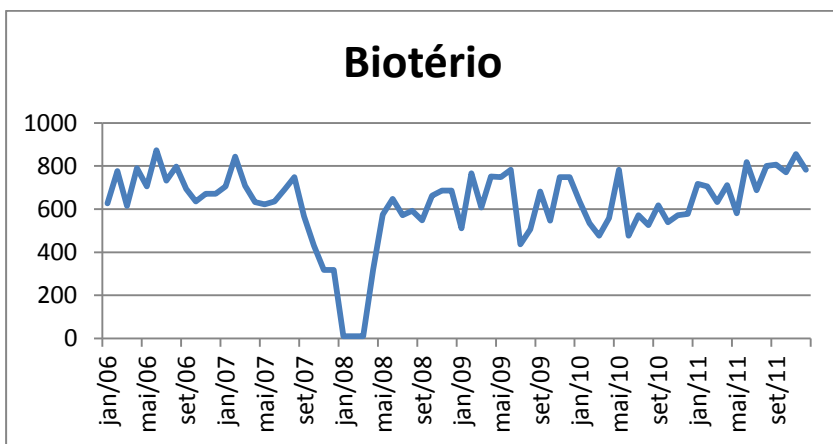
**Figura 13: evolução do consumo ( $m^3/mês$ ), de 2006 a 2011, para o hidrômetro da Reitoria**



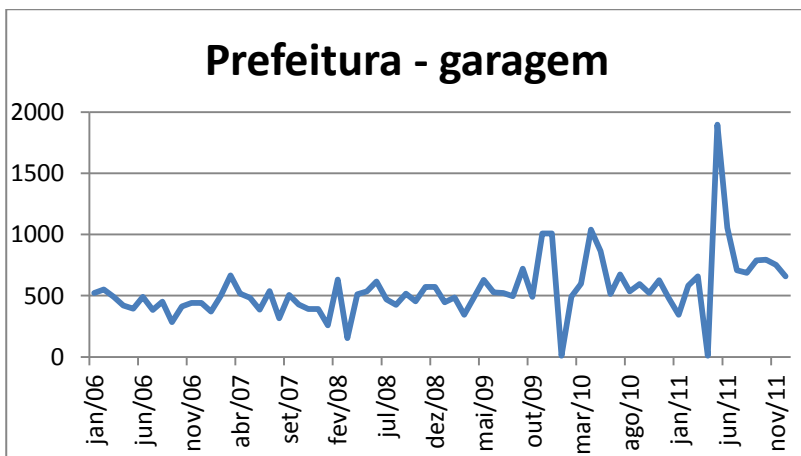
**Figura 14: evolução do consumo ( $m^3/mês$ ), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Bloco A do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas**



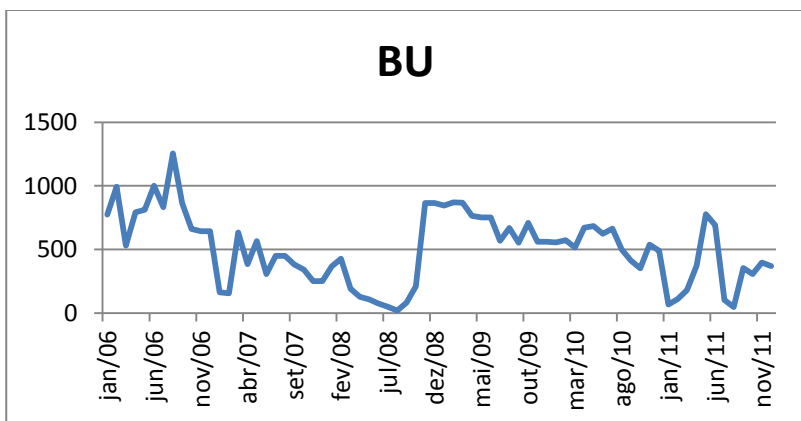
**Figura 15: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro dos Blocos Modulados da Engenharia Mecânica**



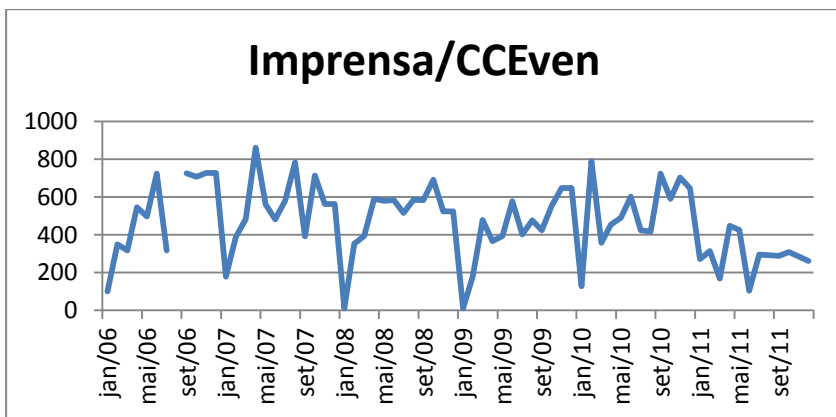
**Figura 16: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Biotério**



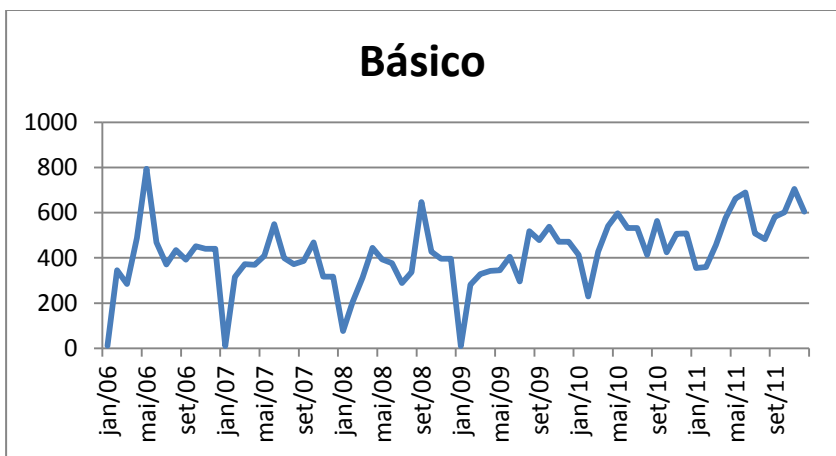
**Figura 17: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro da Garagem da Prefeitura do Campus**



**Figura 18: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro da Biblioteca Universitária**

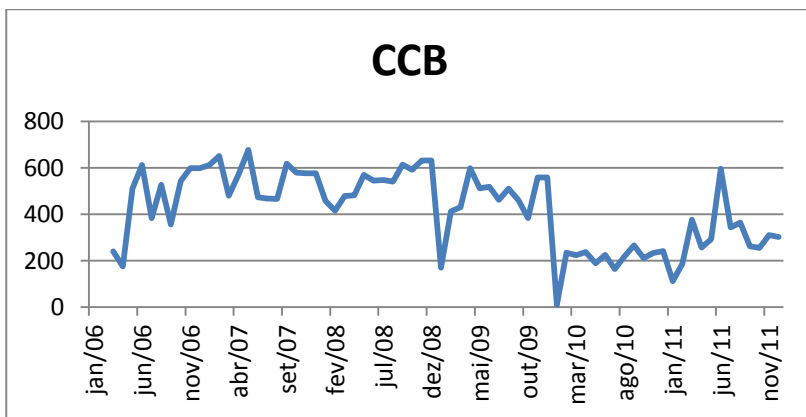


**Figura 19: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro da Imprensa Universitária e Centro de Cultura e Eventos**

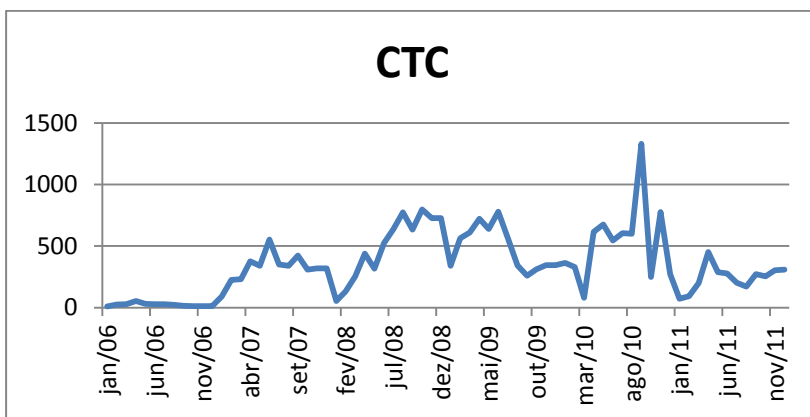


**Figura 20: evolução do consumo (m<sup>3</sup>/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro Básico**

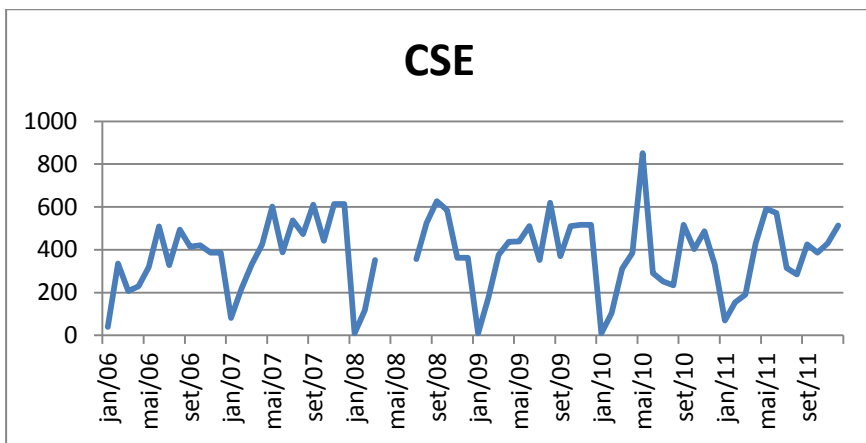




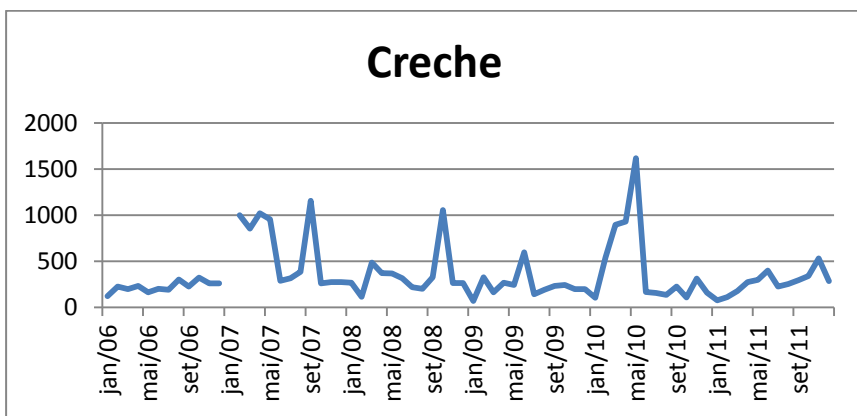
**Figura 21: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro de Ciências Biológicas**



**Figura 22: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro Tecnológico**



**Figura 23: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro do Centro Sócio-Econômico**



**Figura 24: evolução do consumo (m³/mês), de 2006 a 2011, para o hidrômetro da Creche do campus**

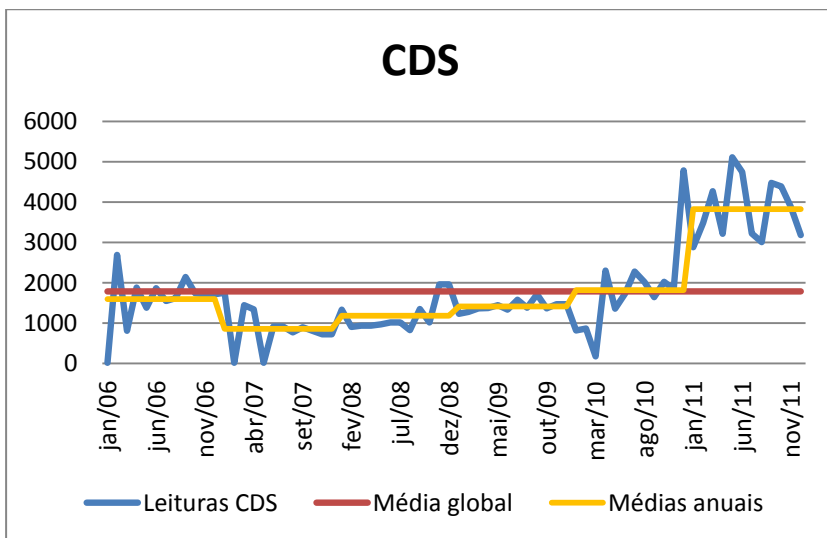
Através dos gráficos acima apresentados se pode perceber a ocorrência de inúmeros fatores que diminuem a credibilidade do conjunto de dados, como a grande presença de valores destoantes, tanto para mais – que seriam picos de consumo – quanto para menos, provavelmente frutos de erros de leitura. Além disso, há gráficos que apresentam descontinuidades durante um ou mais meses, uma decorrência da ausência de valores na planilha de controle do PURA.

Dois aspectos relevantes devem ser destacados:

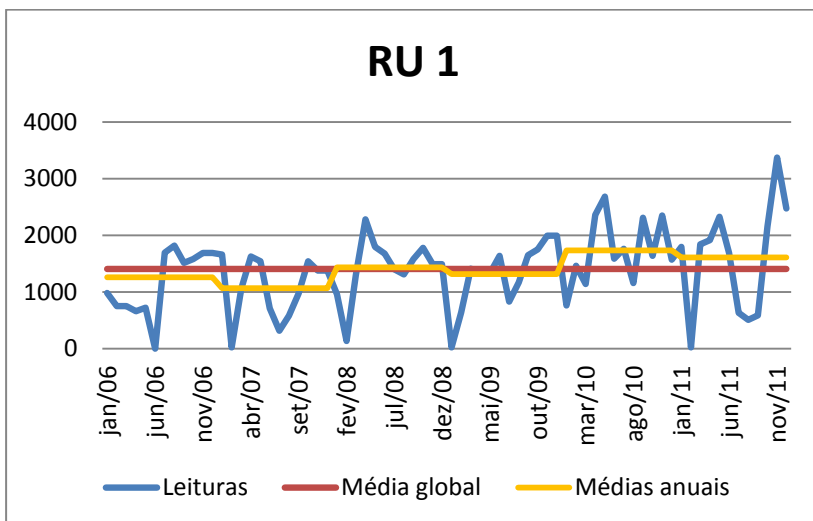
- até o ano de 2009 (inclusive), as leituras apresentadas para o mês de dezembro, eram idênticas às cobranças do mês de novembro. Dado que normalmente as atividades acadêmicas se prolongam no máximo até a 2ª semana do mês, iniciando-se, após, o período de recesso da universidade, a tendência é que o consumo nesse mês seja significativamente menor (como observado nas medições de 2010 e 2011). Assim, pode-se considerar que os dados referentes aos meses de dezembro, até dezembro de 2009, não são representativos, e acarretaram em gastos extras para a Universidade.

- observam-se alguns meses que apresentaram picos de consumo precedidos por meses com leitura mínima, o que leva a crer numa acumulação da leitura. Nesse caso, embora o volume total medido seja o mesmo, ele não permite obter o correto comportamento mensal de cada medidor, e ainda pode representar eventuais sobrecustos na fatura (dependendo dos tipos de economias associadas ao hidrômetro).

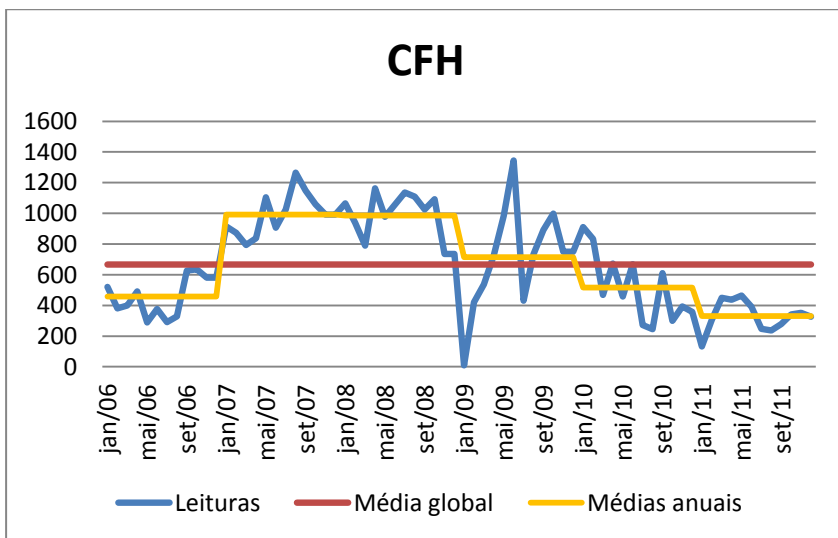
Diante da dificuldade de determinação de um comportamento padrão por hidrômetro pela simples observação dos gráficos, foram calculadas, num primeiro momento, as médias globais por hidrômetro, e as médias anuais, para representar a variação no comportamento de um ano para o outro. Essas informações estão apresentadas nos gráficos trazidos pelas figuras 25 a 40.



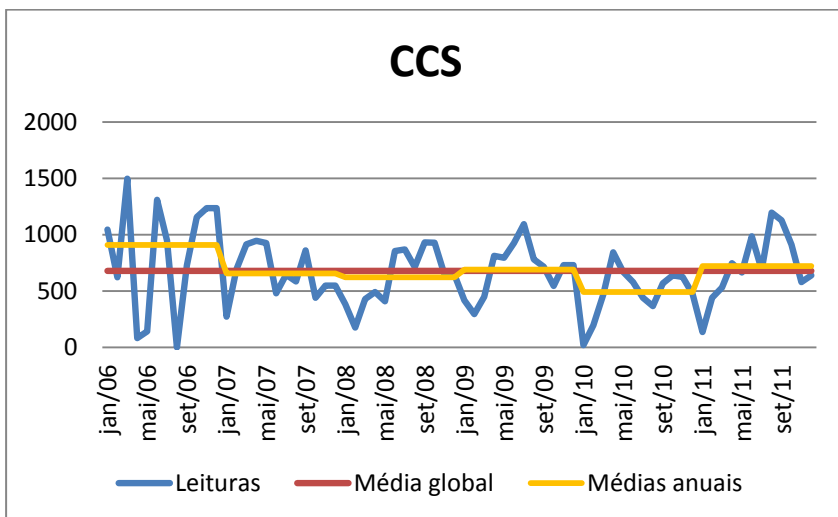
**Figura 25: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro de Desportos**



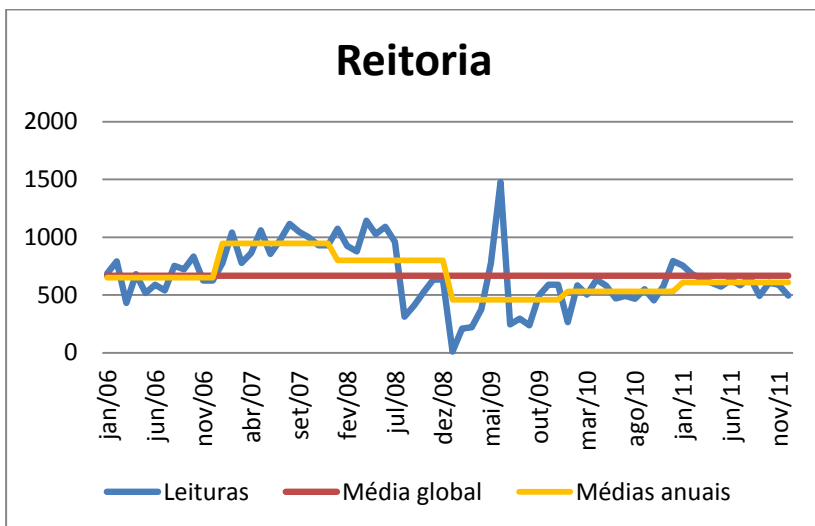
**Figura 26: média global e médias anuais (m³/mês) – hidrômetro 1 do Restaurante Universitário**



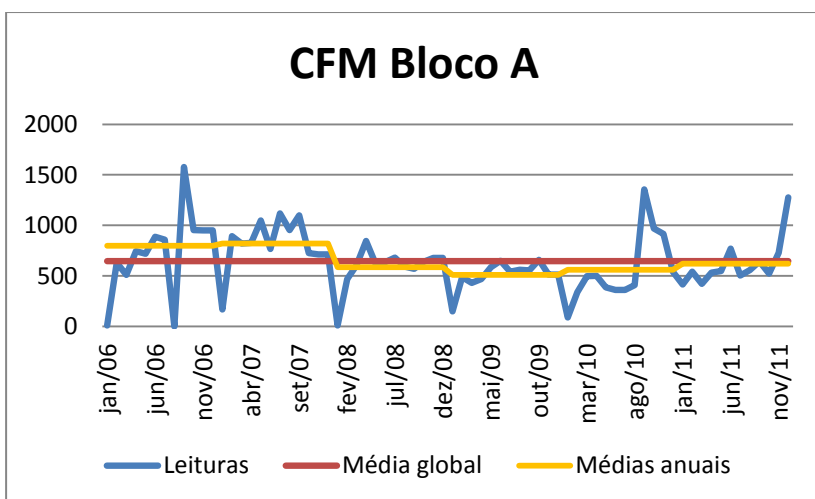
**Figura 27: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas**



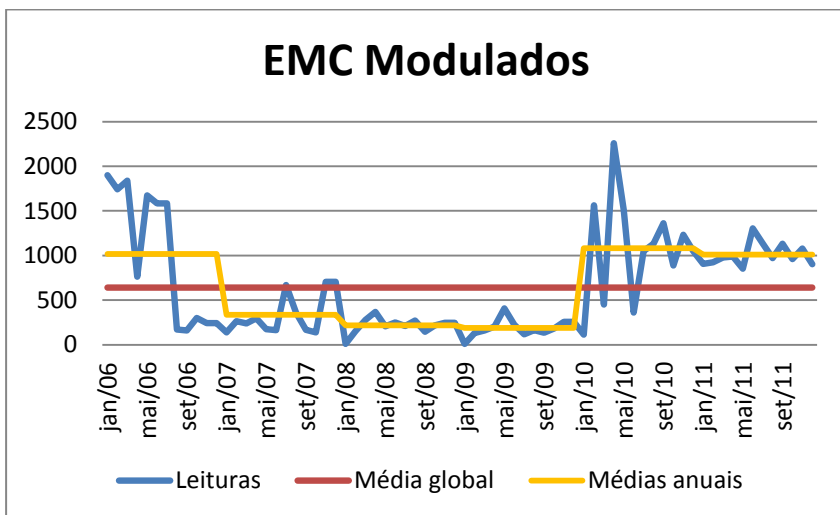
**Figura 28: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro de Ciências da Saúde**



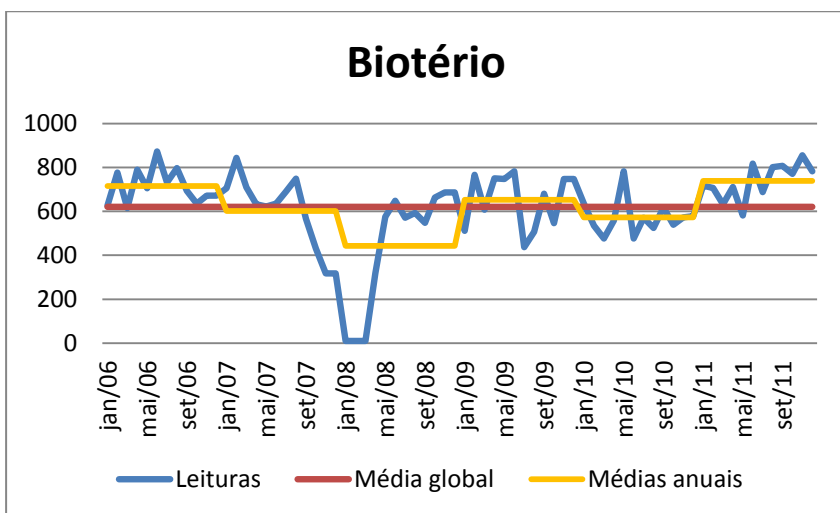
**Figura 29: média global e médias anuais (m³/mês) – Reitoria**



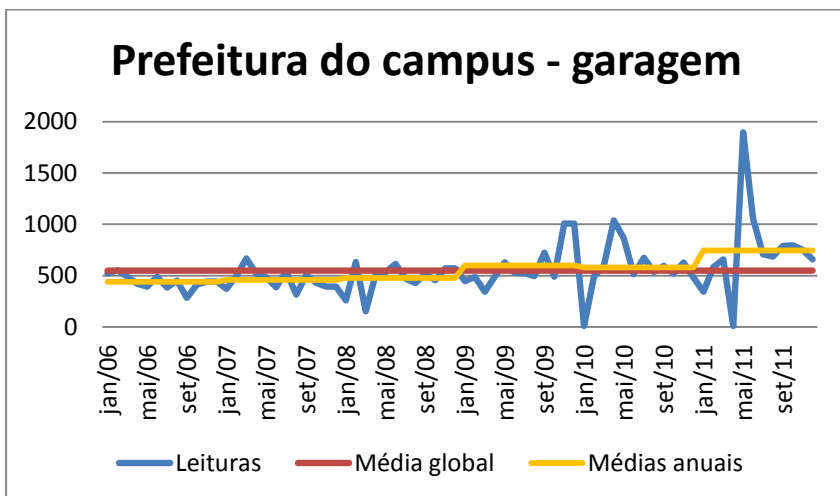
**Figura 30: média global e médias anuais (m³/mês) – Bloco A do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas**



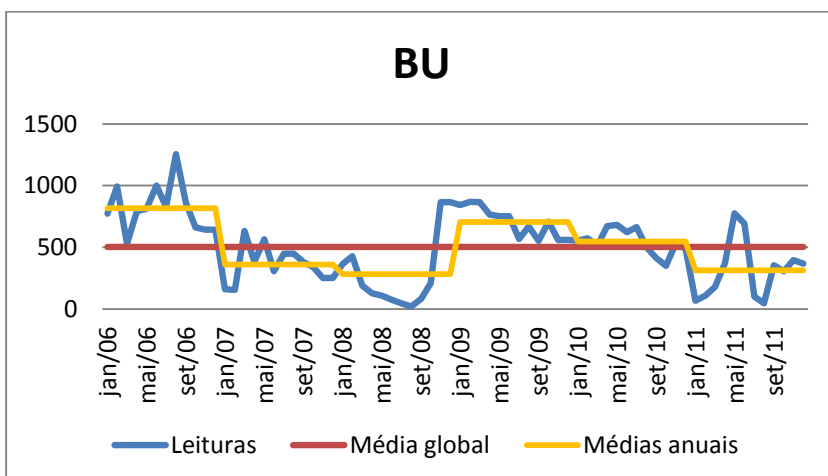
**Figura 31: média global e médias anuais (m³/mês) – Blocos Modulados da Engenharia Mecânica**



**Figura 32: média global e médias anuais (m³/mês) – Biotério**

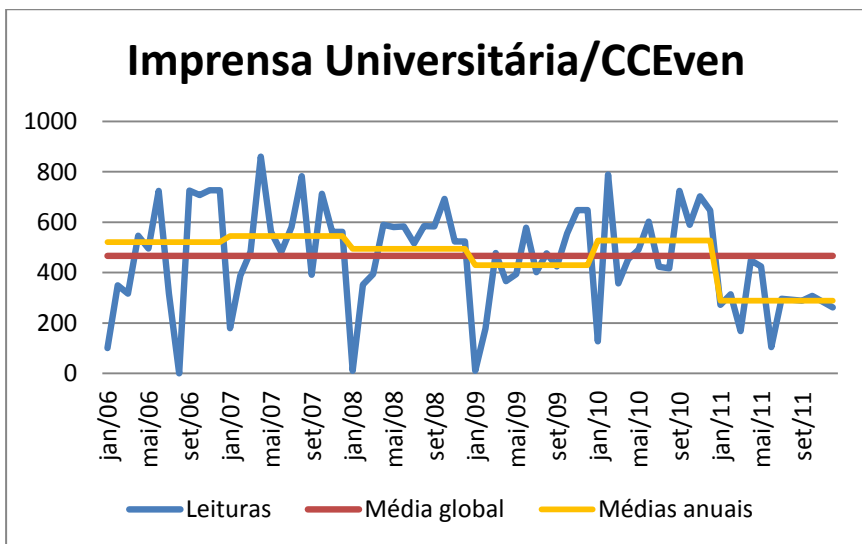


**Figura 33: média global e médias anuais (m³/mês) – Garagem da Prefeitura do Campus**

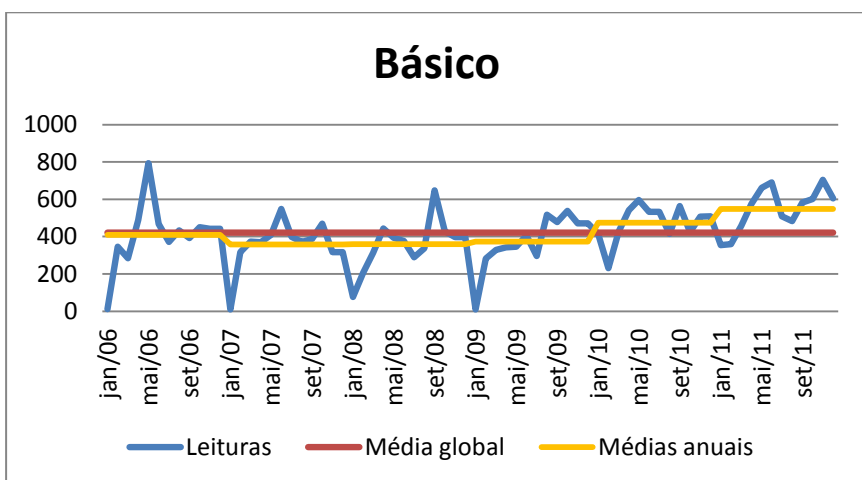


**Figura 34: média global e médias anuais (m³/mês) – Biblioteca Universitária**

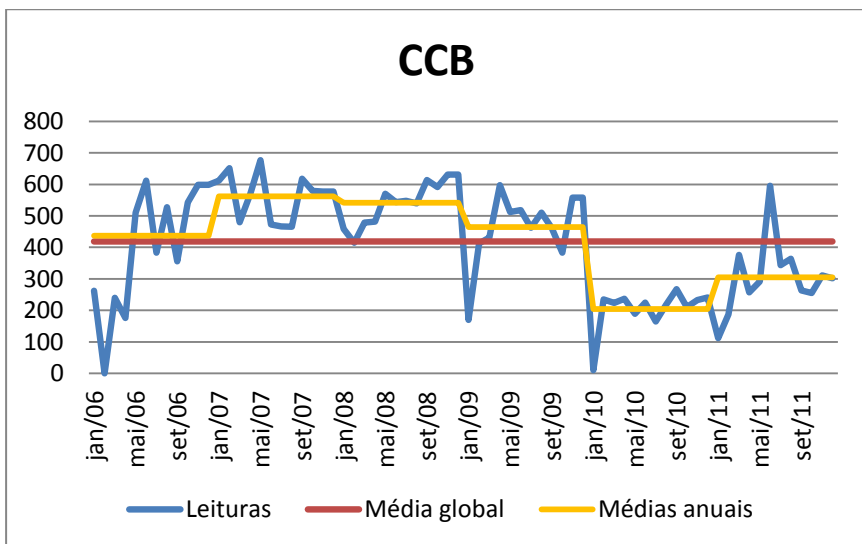




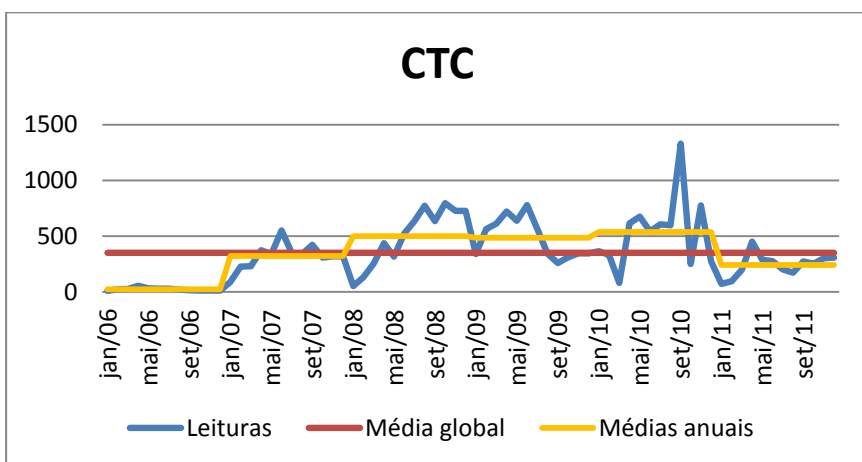
**Figura 35: média global e médias anuais (m³/mês) – Imprensa Universitária e CCEven**



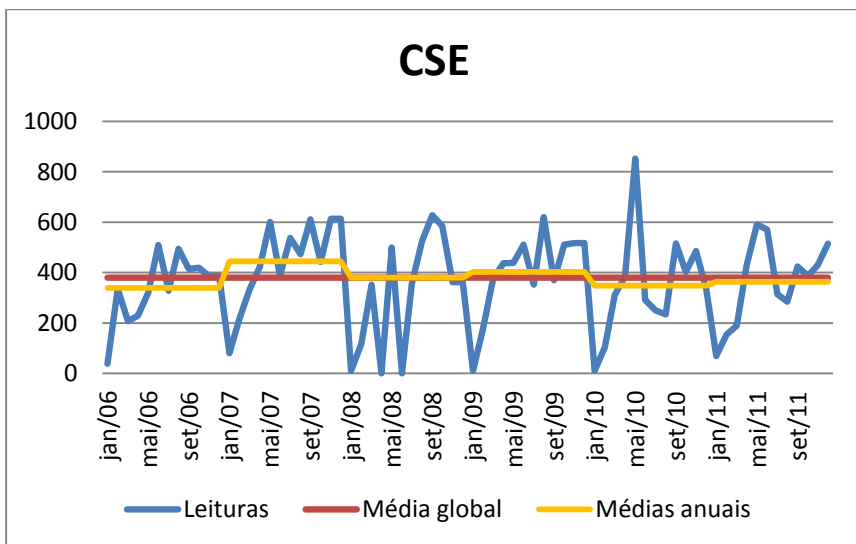
**Figura 36: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro Básico**



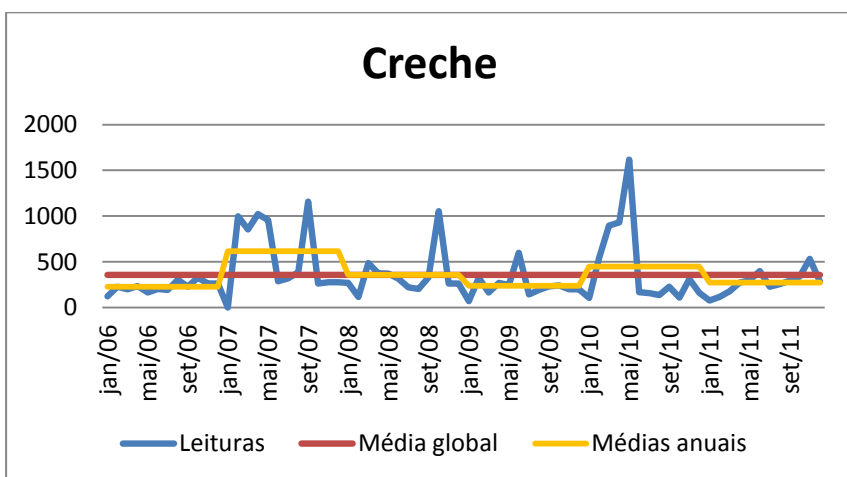
**Figura 37: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro de Ciências Biológicas**



**Figura 38: média global e médias anuais (m³/mês) – Centro Tecnológico**



**Figura 39: média global e médias anuais (m<sup>3</sup>/mês) – Centro Sócio-Econômico**



**Figura 40: média global e médias anuais (m<sup>3</sup>/mês) – Creche do campus**

Percebe-se, para a grande maioria dos hidrômetros analisados, que apesar da irregularidade dos gráficos, é possível a obtenção de médias anuais próximas, que provavelmente indicam a tendência real do consumo para o medidor. No entanto, também se observam casos de médias extremamente acima ou abaixo do padrão. Essas anomalias devem ser oriundas, principalmente de algum dos fatores abaixo:

- ocorrência de vazamentos, cuja identificação e posterior reparo por muitas vezes é demorada, havendo grande desperdício de água no meio tempo;

- ocorrência de obras importantes no campus, como a construção de novos prédios ou a ampliação de blocos já existentes, que promovem um acréscimo no consumo;

- períodos de greves de professores e / ou funcionários, que caracterizam um período atípico na rotina normal de funcionamento do campus;

- erros ou mesmo ausência de leitura por parte da prestadora.

De forma a refinar a análise dos dados de consumo obtidos, foram buscadas informações relativas aos fatores acima mencionados.

Em relação aos vazamentos, embora se saiba da sua frequente ocorrência, durante o período analisado não havia um registro formal dos eventos, que apontasse o hidrômetro em questão, a data de identificação/localização do vazamento, e a data do reparo.

Quanto às obras, obtiveram-se junto ao Departamento de Obras e Manutenção Predial do campus – DOMP – informações referentes a todas as obras que se encontram em execução, bem como das obras concluídas a partir de 2009 (para os anos anteriores não havia dados no sistema). Além da descrição do objeto de cada obra (construção, reparo, entre outros), foram obtidas também as datas de início e conclusão, além da área total envolvida.

No entanto, vale destacar que nem todas as intervenções são significativas no que tange ao consumo de água. De forma geral, os principais usos da água associados a canteiros de obra são:

- água para concretagem;

- limpeza de superfícies ou materiais;

- higiene e consumo dos operários.

Como resultado disso, percebe-se que ações como a troca de fiação ou instalação de sistemas de segurança, por exemplo, podem ser desconsideradas. Dessa forma, filtraram-se as obras ocorridas, de modo a selecionar apenas aquelas realizadas nas áreas associadas aos hidrômetros em estudo, e cujo impacto sobre o consumo pudesse ser mais expressivo. Alguns exemplos de obras expressivas ocorridas período foram:

- a construção do Edifício da Administração Central do CDS;
- construção do Centro de Biologia Molecular Estrutural – CEBIME;
- construção da nova cozinha e novo refeitório do RU;
- ampliação do Bloco D do CFH;
- construção dos Blocos I, Ligação I-J e Ligação H-I do CCS;
- construção do Bloco G-1 do CFM;
- pavimentação dos acessos e do estacionamento do CFM;
- construção do prédio de Engenharia de Superfícies, do EMC;
- construção do prédio da Divisão de Patrimônio da UFSC;
- construção do Edifício do Biotério de roedores;
- construção do Bloco Universitário I – Salas de aula, em meio aos blocos modulados do CFM;
- finalização da construção do novo prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - ENS;
- ampliação do Bloco D do CSE;
- construção de dois novos pavimentos no prédio da Pós-Graduação do CSE.

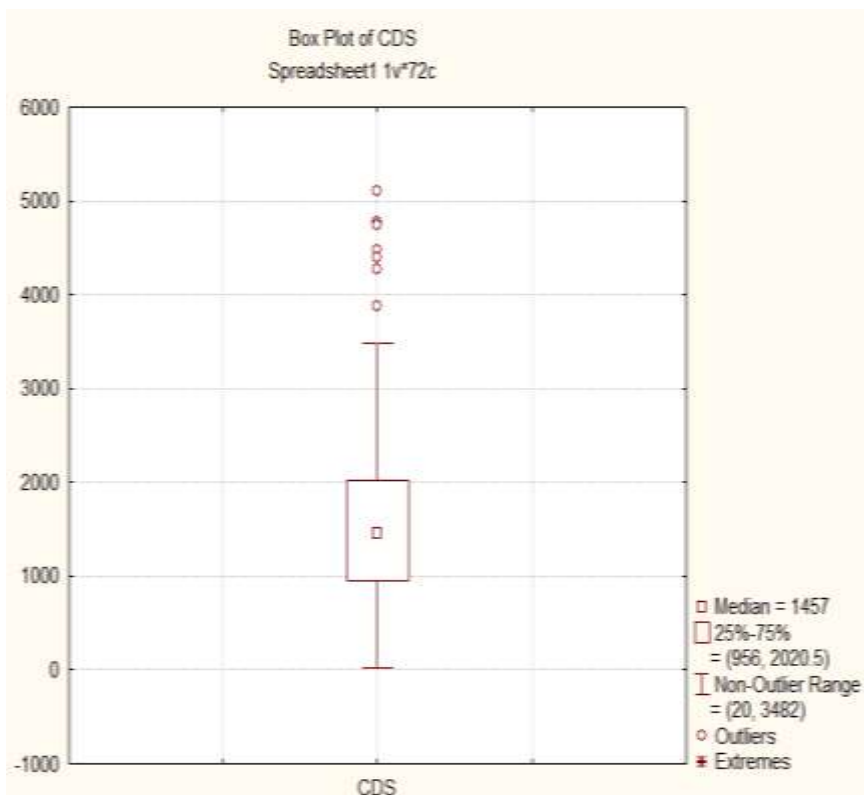
O Apêndice 1 apresenta os períodos em que ocorreram as principais obras para cada um dos 16 setores analisados nesse trabalho. Alguns setores, como a Creche, encontram-se em branco por não terem sofrido intervenções consideradas significativas no período. Vale ressaltar, no entanto, que essa locação por setor é estimada, visto que

não se é possível saber, com clareza, de onde proveio a água consumida durante a obra e não se conhece a setorização da rede do campus.

No período de 2006 a 2011 houve duas grandes greves de servidores técnico-administrativos: a primeira em 2007, iniciada em junho e que se estendeu por mais de dois meses; e a segunda em 2011, encerrada no final de setembro após 115 dias de paralisação. Durante essas duas ocasiões importantes unidades do campus, como o RU e a BU, por exemplo, mantiveram suas atividades suspensas. Apesar disso, não ocorreram greves por parte dos docentes, de forma que o calendário acadêmico transcorreu sem maiores alterações ao longo desses seis anos.

Os erros de medição ou de leitura, por sua vez, são mais difíceis de serem precisados. Algumas inferências podem ser efetuadas, mas para sua verificação seria importante uma conferência com a prestadora do serviço logo após a constatação do ocorrido. Exemplos que se destacam, nesse caso, são a repetição dos valores faturados nos meses de novembro e dezembro, de 2006 a 2009, que deixam clara a não-realização de leitura no mês de dezembro, e a ocorrência, principalmente no mês de janeiro, de grandes depressões nos gráficos, com alguns setores apresentando valores mínimos de consumo (10 m<sup>3</sup>). Embora nesse mês a universidade encontre-se em recesso, as suas atividades não são integralmente suspensas (principalmente no que tange os laboratórios de pesquisa), de forma que a obtenção dos valores mínimos provoca certa desconfiança. Por outro lado, o comportamento oposto também se observa: o período de recesso deveria acarretar uma redução do consumo de água, porém essa tendência nem sempre se confirma, havendo mesmo meses de recesso com leituras superiores a meses com atividade acadêmica normal.

Paralelamente a essa busca de interpretação dos dados realizou-se um tratamento estatístico dos dados com auxílio do software Statistica. O mesmo foi empregado para a construção de gráficos do tipo Box-plot, utilizados para avaliar a distribuição empírica dos dados, e permitem a identificação de pontos discrepantes, chamados de *outliers*. A Figura 41, abaixo, traz como exemplo o gráfico construído com os dados de consumo do CDS. O ponto representado pelo quadrado corresponde à mediana dos dados, enquanto os círculos representam os *outliers*.



**Figura 41: gráfico Box-Plot construído a partir dos dados de consumo do Centro de Desportos**

Esse conjunto de informações foi utilizado para complementar a interpretação dos gráficos de consumo e auxiliar a identificação de pontos extremos, sejam de máximo ou de mínimo. Tais pontos foram descartados do conjunto, com o objetivo de se trabalhar com dados que pudessem melhor corresponder a meses regulares dentro da dinâmica de consumo do campus.

Para isso, foram feitas as seguintes considerações:

- CDS: observa-se que o consumo associado a esse hidrômetro dobra a partir de dezembro de 2010, período que praticamente corresponde à realização da construção do novo bloco administrativo do

CDS, entre outras obras. Dessa forma, para o cálculo da média foram considerados apenas os dados até novembro de 2010.

- RU: o consumo associado ao hidrômetro demonstrou significativa redução ao longo dos meses de greve, como se era esperado. Com isso, esses meses de comportamento atípico foram desconsiderados para o novo cálculo.

- CCS: foi desconsiderado o ano de 2006, por apresentar uma média bastante superior aos demais. No entanto, não há informações para o período que possam permitir a busca de uma justificativa para esse comportamento.

- CFH: assim como para o CCS, foram desconsiderados os anos de 2007 e 2008 por apresentarem médias muito superiores ao restante, mas também não há dados suficientes para permitir a justificativa desse comportamento.

- EMC: embora os anos de 2006, 2010 e 2011 apresentem médias muito superiores aos outros 3 anos, nos dados de obras a única ocorrência que consta é a construção do Bloco de Engenharia de Superfícies, iniciada apenas no final de maio de 2011 (sendo que a maior média foi registrada em 2010). Assim, para esse caso, foram calculadas duas médias: uma descartando-se apenas o ano de 2011, e outra considerando apenas os dados do intervalo de agosto de 2006 a março de 2011.

- Biotério: neste caso, descartou-se o primeiro trimestre de 2008, no qual foram registrados extremos mínimos em sequência.

- BU: o ano de 2006 não foi considerado por apresentar valores muito acima do observado nos demais anos. Ao contrário do ocorrido no Restaurante Universitário, os efeitos das greves de 2007 e 2011 não puderam ser percebidos pelos valores de consumo, que não constituíram um ponto de depressão no gráfico, chegando mesmo a ocorrer um pico nos meses de maio e junho de 2011.

- Imprensa: a média obtida para o ano de 2011 foi consideravelmente inferior às médias calculadas para os anos precedentes, sendo desconhecida a causa para esse comportamento. Visto que a redução se deu de forma uniforme ao longo de todo o ano, e não apenas em meses isolados, não foi realizado o descarte desses valores.



- CCB: de forma similar ao observado para a Imprensa Universitária, houve uma importante redução no consumo desse hidrômetro a partir de 2010, porém os motivos são desconhecidos, de forma que não houve períodos descartados.

- CTC: foi desconsiderado o ano de 2006, ano durante o qual as leituras associadas a esse hidrômetro apontaram valores mínimos, com a média anual ficando em apenas 23 m<sup>3</sup>/mês, muito abaixo ao observado nos anos subsequentes.

A partir do novo conjunto de dados foram calculadas novas médias mensais globais para cada hidrômetro. Ciente das evoluções transcorridas no campus ao longo do período em análise, também se calculou, para efeito de comparação, as médias referentes aos últimos 12 meses válidos – aqui denominadas de “consumo médio mensal para o último ano válido”. Os valores encontram-se na Tabela 10.

**Tabela 10. Consumos médios mensais após descarte dos valores atípicos identificados**

<b>Nome do Hidrômetro</b>	<b>Consumo médio mensal geral 2006 – 2011 (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Consumo médio mensal após correção (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Consumo médio mensal para o último ano válido (m<sup>3</sup>/mês)</b>
CDS	1.784	1.389	1.545
RU 1	1.383	1.553	2.126
CCS	668	645	719
CFH	666	515	330
Reitoria	666	675	608
EMC Modulados	642	558 / 288	340
CFM Bloco A	638	674	622
Biotério Central	621	647	739
Prefeitura do campus - garagem	549	545	678
BU	504	492	411
Imprensa/CCEven	460	480	289
Centro de Estudo Básico	420	428	524
CCB	413	425	305
CSE	369	405	385
CTC	352	432	315
Creche	351	346	280

Pela tabela observa-se que houve, para diversos setores, mudanças significativas nos valores antes e após o tratamento dos dados, o que indica, de fato, a distorção promovida pelas ocorrências atípicas. Observou-se também setores cujas médias corrigidas e as médias para o último ano válido diferiam substancialmente, o que indica a ocorrência de uma mudança ao longo do período, seja nos padrões de consumo, seja nos usos e ocupação do espaço, ou mesmo em ambos.

## 6.2. Tipologias de consumo identificadas

A inexistência de um cadastro da rede hidráulica da UFSC impede o conhecimento da sua setorização e, por consequência, a determinação precisa da área de abrangência de cada hidrômetro. Para esse trabalho, tomou-se como base a Planta de Setores dos Hidrômetros do PURA, atualizada de acordo com os avanços efetuados pela equipe do Programa (ver Anexo D). A partir dela, pode-se considerar que os setores aqui trabalhados correspondem às seguintes unidades:

**Tabela 11. Previsão dos prédios atendidos por cada hidrômetro**

Nome do hidrômetro	Prédios inclusos no setor
CDS	Todas as estruturas pertencentes ao CDS situadas ao sul da Rua Eng. Agrônomo Andrey Cristian Ferreira, incluindo os blocos de salas de aulas do CDS, os equipamentos esportivos (ginásios, piscina, quadras, entre outros) e o bloco administrativo do CDS (em construção).
RU 1	Restaurante universitário (refeitório e cozinha), CEBIME.
CCS	Todos os prédios do CCS localizados entre a Av. Henrique da Silva Fontes, a Rua Delfino Conti e o córrego que separa o Centro do HU.
CFH	Blocos de salas de aulas e salas de professores do CFH, Planetário da UFSC, Bloco B do CED
Reitoria	Prédio da Reitoria, Centro Ecumênico da UFSC
EMC Modulados	Bloco A da Engenharia Mecânica – EMC – CTC
CFM Bloco A	Prédios dos departamentos de Física, Química e Matemática (salas de professores e laboratórios)
Biotério Central	Complexo do Biotério Central da UFSC, prédio da Divisão de Patrimônio e casas vizinhas
Prefeitura do campus - garagem	Garagem dos veículos da UFSC, localizado próximo ao EQA
BU	Prédio da Biblioteca Central – BU
Imprensa / CCEven	Prédios do Centro de Cultura e Eventos, da Agecom e da Imprensa Universitária
Centro de Estudo Básico	Todos os Blocos Modulados do CFM e parte dos Blocos Modulados do CCB
CCB	Prédios novos do CCB, situados entre a Prefeitura do

	Campus e o Biotério Central.
CSE	Bloco de salas de aulas do CSE, prédio da Pós-Graduação, lanchonete e prédio dos centros acadêmicos, Bloco A do CCJ
CTC	Bloco de salas de aula do CTC, Prédio do Laboratório de Vibrações e Acústica (EMC) e Prédios dos Departamentos de Engenharia Elétrica (EEL) e de Automação e Sistemas (DAS)
Creche	Prédios integrantes do NDI

A partir disso, podem-se listar as tipologias predominantes em cada setor. A tabela 12 apresenta as tipologias identificadas, fazendo distinção se as mesmas possuem caracterização na bibliografia consultada ou não.

**Tabela 12. Tipologias predominantes por hidrômetro**

Nome do Hidrômetro	Tipologias predominantes	
	Constante bibliografia	Sem referências bibliográficas
CDS	Escola – externato Clube esportivo	-
RU 1	Restaurante industrial	-
CCS	Escola – externato	Clínicas
CFH	Escola – externato	-
Reitoria	Escritório	-
EMC Modulados	Escritório Laboratórios de Eng <sup>a</sup> . e científicos	-
CFM Bloco A	Escritório Laboratórios de Eng <sup>a</sup> . e científicos	-
Biotério Central	Escritório	Biotério
Prefeitura do campus - garagem	Garagem	-
BU	Escritório	Biblioteca e laboratório de informática
Imprensa / CCEven	Shopping Center Escritório	Imprensa

Centro de Estudo Básico	Escola – externato	-
CCB	Laboratórios de Eng <sup>a</sup> . e científicos Escola – externato	-
CSE	Escola – externato	-
CTC	Escola – externato	-
Creche	Creche	-

Muitas vezes, as tipologias trazidas pela bibliografia podem não corresponder literalmente às situações encontradas no campus, mas, em função das semelhanças no que tange aos usos do espaço, ocupação física e usos da água, é possível realizar aproximações. Assim, por exemplo, todos os prédios de salas de aula foram caracterizados como escola – externato (predomínio de população flutuante, com horários de permanência reduzidos, e sem usos expressivos de água, como chuveiros ou refeitórios), as salas de professores e funcionários administrativos enquadraram-se como escritórios, e o prédio do Centro de Cultura e Eventos, pelo grande fluxo de pessoas e presença de lojas e unidades de alimentação, caracterizado como shopping center.

Apesar disso, alguns casos não foram enquadrados em nenhuma das opções encontradas na revisão bibliográfica, tais como a Biblioteca, a Imprensa e as clínicas do CCS, por apresentarem perfis de ocupação ou consumos de água específicos que os distanciam dos padrões encontrados.

### **6.3. Indicadores associados às tipologias**

Os indicadores são construídos a partir da relação entre o consumo e a unidade consumidora preponderante de uma dada tipologia. Associado a isso, cada tipologia apresenta valores de orientação, que permitem tanto a comparação entre diferentes sistemas quanto efetuar uma previsão de consumo, para fins de projeto, quando não houver regulamentações locais específicas para isso.

Embora haja discordância entre os autores, para esse trabalho tomaram-se como base os valores definidos pela SABESP, por corresponderem a pesquisas realizadas no Brasil. Para as tipologias

identificadas na área de estudo, os valores de consumo estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13. Consumo típico de água para algumas tipologias**

Tipologia	Unidade consumidora	Consumo
Escola – externato	Pessoa	50 L / pessoa . dia
Escritório	Pessoa	50 L / pessoa . dia
Restaurante industrial	Refeição servida	25 L / refeição
Garagem	Automóvel	50 L / automóvel
Cinema, teatro e templo	Lugar	2 L / lugar
Laboratório de engenharia e científicos	Empregado	300 L / empregado . dia
	m <sup>2</sup> de planta	2700 L / m <sup>2</sup> de planta . dia
Creches	Pessoa	50 L / pessoa . dia

No entanto, como apresentado no item anterior, para nem todas as tipologias identificadas no campus foram encontradas referências na bibliografia. Para esses casos, se faz necessária uma pesquisa aprofundada e, se for o caso, um trabalho de acompanhamento visando chegar a um valor de orientação desenvolvido para o próprio contexto da Universidade.

## 6.4. Aplicabilidade no campus

A partir dos dados de consumo e da caracterização tipológica das unidades do campus em estudo (com seus devidos padrões e equações de previsão de consumo associados), buscar-se-ão procedimentos de cálculo para cada uma das unidades. Assim, num primeiro momento, serão propostas concepções de aplicação dos indicadores para os diferentes setores e, posteriormente, alguns casos serão construídos e seus resultados analisados.

### 6.4.1. Concepção dos indicadores

*CDS:*

O CDS pode ser dividido em dois perfis de consumo bem distintos. O primeiro, que se enquadra como escola-externato, corresponde aos blocos de salas de aulas e estruturas administrativas. Já o segundo, que engloba todas as estruturas esportivas (incluindo os prédios com a academia, as salas de dança e as lutas), pode ser caracterizado como clube esportivo. Logo, tem-se:

$$C = C_1 + C_2$$

Onde: C = consumo total do CDS

$C_1$  = consumo – escola

$C_2$  = consumo – clube

Para clubes, pode ser empregada a seguinte equação:

$$C = 26 \times NC$$

Sendo NC = número de chuveiros

O número de chuveiros do centro pode ser obtido através de um levantamento em campo. Esse cálculo, salvo ocorra uma reforma ou construção de novos vestiários na área de abrangência do hidrômetro, terá como resultado uma constante. A partir desse valor estimado para  $C_2$  e dos valores obtidos pela leitura do hidrômetro, pode-se obter um valor de  $C_1$  para cada mês.

$$C_1 = C - 26 \times NC$$

O indicador para unidades escolares é calculado com base na população do estabelecimento, o que engloba, no caso, tanto os alunos quanto professores e servidores. De posse desses dados, tem-se o indicador pela simples equação abaixo, sendo o resultado expresso em litros / pessoa x dia.

$$q = C_1 / P \text{ [L/pessoa x dia]}$$

Sendo P = população do Centro = alunos + servidores + professores

Para obtenção desse último dado, devem ser consultados órgãos como a direção do Centro ou o Departamento de Administração Escolar – DAE.

*RU:*

O indicador para o Restaurante Universitário é calculado a partir da relação entre o consumo do restaurante e o número de refeições servidas no mês. No entanto, o consumo total do RU é dado por dois hidrômetros distintos, que devem ser considerados para o cálculo. Além disso, considera-se que os mesmos abasteçam também as instalações do Centro de Microscopia Eletrônica – CEBIME, de forma que o consumo real do restaurante é dado por:

$$C = (C_1 + C_2) - C_3$$

Onde: C = consumo total do RU

$C_1$  = volumes lidos pelo hidrômetro 1 do RU

$C_2$  = volumes lidos pelo hidrômetro 2 do RU

$C_3$  = consumo do CEBIME

Assim, o indicador é dado como segue:

$$q = C / \text{Refeições servidas [L / refeição]}$$

O RU possui um sistema de tíquetes para controle de acessos, sistema que alimenta um banco de dados onde são discriminadas as refeições servidas diariamente, e sua distribuição entre as várias classes de usuários (alunos, servidores, externos, gratuidades), de forma que as informações referentes à unidade consumidora são de fácil obtenção.



Esse indicador será mais bem discutido no próximo item.

*CFH, Básico, CTC e CSE:*

Os quatro centros têm como tipologia predominante ‘escola-externato’, portanto seu indicador pode ser calculado, simplesmente, pela relação entre o consumo e o número de pessoas de cada centro, como apresentado para o CDS:

$$q = C \times 1000 / P \text{ [L / pessoa} \times \text{dia]}$$

Sendo P = “população” do setor, isto é, alunos + professores + servidores

No entanto, para o levantamento da população a ser considerada, deve-se lembrar das áreas de abrangência de cada medidor (conforme apresentadas no item 5.2), que nesse caso não correspondem exatamente às delimitações dos centros. Para obter os valores a serem considerados deve-se, portanto, realizar um levantamento de campo das unidades, com verificação da frequência de ocupação das salas de aula, entre outros.

*CCS:*

O CCS se difere dos centros anteriores por possuir, além de sua estrutura escolar – isto é, salas de aulas, de professores, biblioteca, entre outros – clínicas (odontológicas, por exemplo) onde são prestados atendimentos à população. Assim, seu consumo total é dado por:

$$C = C_1 + C_2$$

Onde: C = consumo total do hidrômetro do CCS

$C_1$  = consumo - escolar

$C_2$  = consumo - clínicas

Não se encontrou um padrão para ser aplicado às clínicas. Considerou-se inadequado enquadrá-las na categoria hospitalar, pois nesta as previsões de consumo são normalmente dadas em função do número de leitos ou de processos associados à dinâmica hospitalar e que não são aplicáveis no caso, como refeições servidas a pacientes e acompanhantes, quantidade de roupa lavada, entre outros.

Dessa forma, faz-se necessário um estudo aprofundado das necessidades de água neste tipo de serviço, de forma a obter um valor que possa ser deduzido do total e, com isso, encontrado o volume consumido a ser utilizado para o cálculo do indicador referente aos usos escolares:

$$q = C_1 / P \text{ [L / pessoa x dia]}$$

Sendo P = “população” do setor, isto é, alunos + professores + servidores

*Reitoria:*

Para o prédio da Reitoria, enquadrado como escritório, o indicador é calculado unicamente pela relação entre o consumo total e o número de funcionários do prédio:

$$q = C / \text{total funcionários [L/pessoa x dia]}$$

Sendo C = consumo mensal da Reitoria

No entanto, a Reitoria é composta por diversas unidades administrativas, e não há, atualmente, como se obter sua população total a não ser pelo levantamento, em campo, de todas as unidades, uma a uma.

*CFM Bloco A:*

Esse setor do CFM pode ser dividido em dois perfis de consumo: o primeiro, que corresponde às salas de professores e administrativas, segue o padrão de escritórios. Já o segundo, que engloba os diferentes laboratórios de ensino e pesquisa, segue o padrão de laboratórios científicos e de engenharia. Logo, tem-se:

$$C = C_1 + C_2$$

Onde: C = consumo total do Bloco A do CFM

C<sub>1</sub> = consumo – escritório

C<sub>2</sub> = consumo – laboratórios

Segundo consta na bibliografia, o consumo mensal de água para esse tipo de laboratórios pode ser estimado segundo sua área, através da seguinte consideração:

$$C_{\text{laboratório}} = 2,7 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ de área de laboratório}$$

Logo:

$$C_2 = 2,7 \times \text{área (em planta) dos laboratórios do setor}$$

Para obtenção dessa informação devem ser consultadas as plantas baixas dos diversos prédios do setor, acompanhados por uma verificação em campo para se assegurar que as plantas estejam correspondentes à configuração atual do mesmo. Caso não haja plantas, podem-se realizar medições manuais das dimensões, que permitirão uma estimativa do valor.

Assim, pode-se considerar que esse resultado assumirá um valor constante, a ser alterado apenas se ocorrerem obras que modifiquem a estrutura do Centro. Dessa forma, o indicador pode ser calculado da seguinte forma:

$$q = (C - C_2) / P \text{ [L/pessoa x dia]}$$

Sendo P = “população” do setor

#### *Blocos Modulados da Engenharia Mecânica e CCB:*

A análise dessas unidades é similar à anterior, estando seu consumo mais expressivo dividido entre os perfis de escritório e de laboratório. Assim, como feito para o CFM, o indicador pode ser calculado pela expressão:

$$q = (C - C_2) / P \text{ [L/pessoa x dia]}$$

Sendo  $C_2$  = consumo associado aos laboratórios (calculado pela área)

P = “população” do setor

#### *Biotério:*

O Biotério não se enquadra em nenhuma das tipologias pesquisadas na bibliografia. Trata-se de uma estrutura com perfil

atípico, onde o consumo principal está associado à criação de animais para fins científicos.

Através de conversa com a direção, algumas das principais atividades consumidoras de água da unidade puderam ser identificadas:

- lavagem do canil, realizada todos os dias da semana, com uso médio de 2000 L por limpeza;
- desinfecção de materiais em tanques de imersão, atividade que consome cerca de 12000 L por semana;
- dessedentação de animais, com consumo médio de 2100 L por semana;

Apenas essas atividades já seriam responsáveis por um consumo mínimo de 116 m<sup>3</sup> por mês. No entanto, outros usos de água relevantes são:

- limpeza do pombal, realizada uma vez por semana (no entanto não há uma estimativa do volume gasto para tal);
- consumo e higiene dos funcionários do complexo (18 no período em que foi realizada a conversa), inclusive a lavagem de seus uniformes de trabalho.

A produção do biotério é sempre feita mediante encomenda, segundo as necessidades das pesquisas da Universidade. Segundo a direção, pode-se considerar em média uma criação de 30000 roedores e de 10 a 15 cães por ano.

No entanto, a situação do biotério é agravada em função de o mesmo hidrômetro atender, também, ao recém-construído prédio da Divisão Patrimonial da UFSC (tipologia de escritório), além de algumas casas e outras construções no entorno. Dessa forma, o consumo associado ao hidrômetro desse setor é dado pela soma de no mínimo três contribuições:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Onde:  $C_1$  = consumo do complexo do Biotério

$C_2$  = consumo da Divisão Patrimonial

$C_3$  = consumo residencial

O consumo  $C_2$  se enquadra dentro do perfil de escritórios, e pode ser estimado a partir do número de funcionários da unidade, utilizando-se o valor preconizado pela SABESP:

$$C_2 = n^\circ \text{ funcionários (pessoa)} \times 50 \text{ (L/pessoa} \times \text{dia)}$$

A contribuição residencial também pode ser estipulada, a partir do número de habitantes, de forma que se pode isolar um valor correspondente a  $C_1$ .

$$C_1 = C - C_2 + C_3$$

No entanto, para se chegar a um indicador e um valor de orientação associado, far-se-ia necessário um trabalho de acompanhamento dos volumes consumidos e dos parâmetros produtivos do setor. Dada a grande quantidade de roedores produzida, poder-se-ia tomá-la como principal unidade consumidora, de forma a buscar um indicador que associasse o consumo por roedor, por exemplo.

#### *Garagem:*

Para a tipologia de garagem o indicador é construído unicamente com base no número de automóveis atendidos, ou seja:

$$q = C / A \text{ [L / automóvel} \times \text{dia]}$$

Sendo  $A = n^\circ$  de automóveis

No entanto, o autor não obteve maiores informações sobre esse setor, de forma a saber se há algum controle do fluxo de veículos, e se há outras atividades consumidoras de água preponderantes além da lavagem de veículos.

#### *BU:*

No prédio da Biblioteca Universitária, além da própria biblioteca, encontram-se também o Laboratório de Apoio à informática – LabUFSC e algumas unidades administrativas, como a Sala Verde e a sala de atendimento da PRAE, que foram enquadradas na tipologia de escritórios. O consumo associado ao hidrômetro que atende a BU pode ser assim expresso:

$$C = C_1 + C_2$$

Sendo:  $C$  = consumo total associado ao hidrômetro

$C_1$  = consumo referente à biblioteca e ao LabUFSC

$C_2$  = consumo referente às salas administrativas

O consumo  $C_1$  não possui referências na bibliografia. No entanto, tanto a BU quanto o LabUFSC possuem acesso controlado por catracas, de forma que se é possível conhecer a população usuária desses espaços. Com base nisso, pode-se propor um indicador com base em sua população flutuante, como segue:

$$q = C_1 / P \text{ [L / pessoa x dia]}$$

Sendo  $P$  = número de usuários da BU e do LabUFSC.

Para obter valores para esse consumo  $C_1$ , realiza-se uma estimativa do consumo  $C_2$  a ser descontada do total lido pelo medidor. Por se enquadrar em tipologia de escritório, esse consumo será dado por:

$$C_2 = n^\circ \text{ funcionários (pessoa) x } 50 \text{ (L/pessoa x dia)}$$

Esse indicador será mais bem discutido no próximo item.

### *Imprensa:*

Esse hidrômetro é responsável pelo abastecimento de três unidades com perfis distintos: o Centro de Cultura e Eventos, que como já explicado pode ser assumido como um ‘shopping’, a Imprensa Universitária e o prédio da Agecom, tomado como escritório.

$$C = C_{\text{cceven}} + C_{\text{imp}} + C_e$$

Onde:  $C$  = consumo total lido pelo hidrômetro

$C_{\text{cceven}}$  = consumo do Centro de Cultura e Eventos

$C_{\text{imp}}$  = consumo da Imprensa Universitária

$C_e$  = consumo do prédio da Agecom

O consumo do perfil de escritórios (isto é,  $C_e$ ) pode ser novamente estipulado a partir do valor de 50 L / pessoa x dia.

Já o valor de  $C_{\text{cceven}}$  também pode ser estimado, dessa vez com base na equação de previsão de consumo para shoppings apresentada na

Metodologia, com as informações referentes às áreas locável e do terreno sendo obtidas em planta, e o auditório sendo considerado como um cinema.

A partir desses dois valores obtém, então, um valor para  $C_{imp}$ . O indicador pode ser construído pela relação desse consumo com as quantidades de papel processado no setor:

$$q = C_{imp} / \text{kg de papel processado [L/kg de papel processado]}$$

Outra possibilidade de trabalho nesse setor é a de, obtido um valor a ser tomado como base para o indicador da imprensa, buscar uma revisão da equação de consumo para o Centro de Cultura e Eventos, através da adequação da constante que é empregada no cálculo de forma a obter a melhor correlação possível com os valores calculados.

#### *Creche:*

O indicador a ser construído para esse caso, assim como para a tipologia “escola-externato”, tem como unidade consumidora a população do setor, logo:

$$q = C / P \text{ [L/pessoa x dia]}$$

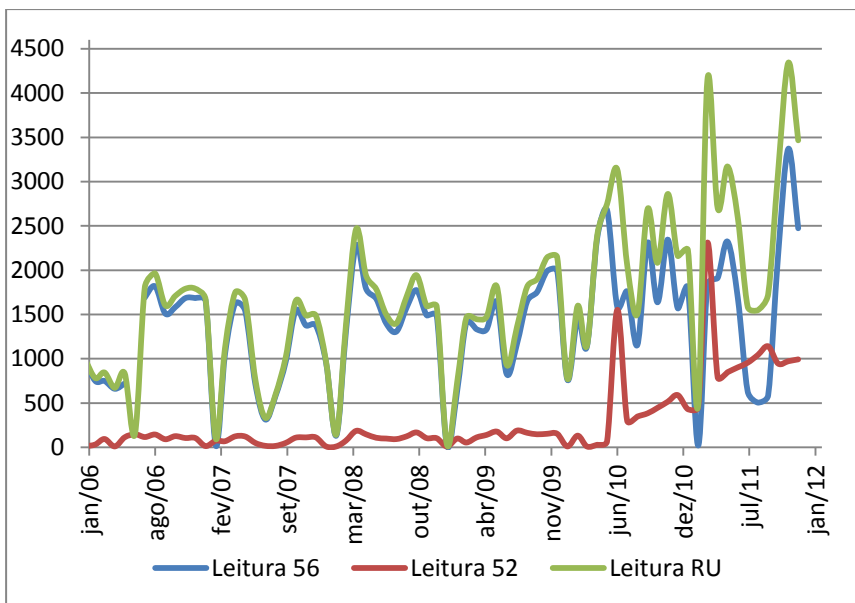
Sendo P = “população” do setor

Esse dado pode ser obtido diretamente na direção da unidade, com informações sobre o número de crianças matriculadas, além de professores e servidores da creche.

## 6.4.2. Análise de casos:

*RU:*

O RU é abastecido por dois ramais distintos, que segundo o cadastro do PURA correspondem aos hidrômetros nº 56 e nº 52. Dentre esses, o primeiro apresenta, historicamente, as leituras mais expressivas, tendo sido esse o hidrômetro apresentado previamente no trabalho como “RU1”. A variação dos valores lidos por ambos medidores, assim como a soma de ambos, encontra-se na Figura 42.



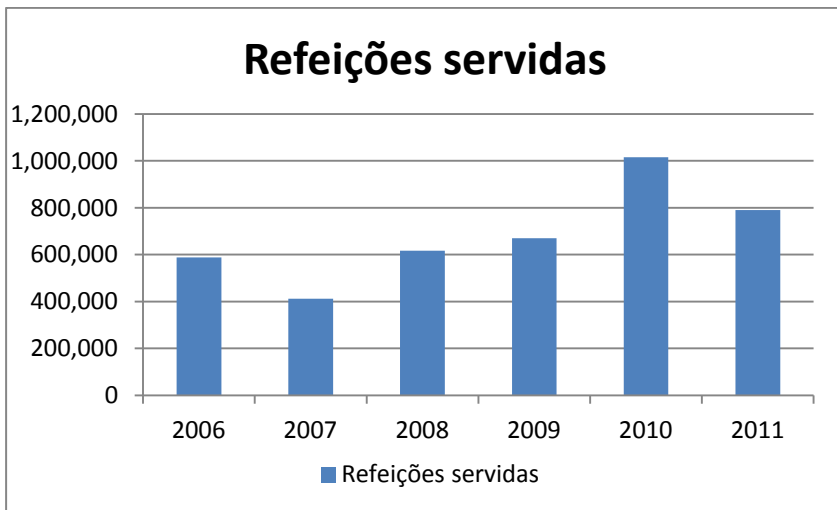
**Figura 42: variação do consumo individual e total dos hidrômetros que atendem o Restaurante Universitário**

Observa-se que, em geral, o formato da curva com a soma dos valores é ditado pela curva do hidrômetro 56, e que o medidor 52 só passou a apresentar leituras mais expressivas a partir de meados de 2010.

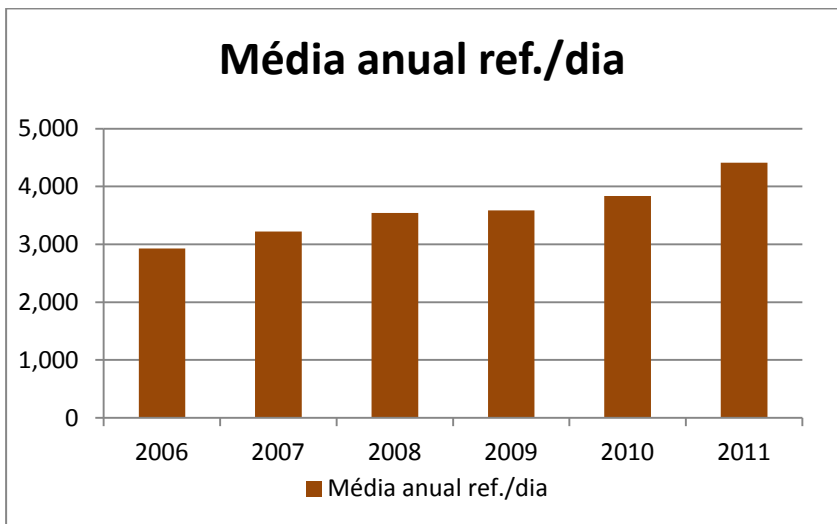
Ao se considerarem as contribuições de ambos os medidores, a média de consumo mensal para o último ano passa de 2126 m<sup>3</sup>/mês para 2590 m<sup>3</sup>/mês.



No período de 2006 a 2011, o total anual de refeições servidas e a média de refeições por dia variaram conforme mostram as figuras 43 e 44.



**Figura 43: número total de refeições servidas no Restaurante Universitário**



**Figura 44: variação da média anual de refeições servidas por dia**

Percebe-se, pela Figura 44, um grande aumento na taxa de refeições servidas. O valor total anual só não acompanha esse mesmo comportamento em função das greves de servidores ocorridas em 2007 e 2011, durante as quais o restaurante não esteve em operação. Com isso, num primeiro momento, percebe-se que o aumento no consumo de água ocorrido nos últimos dois anos foi acompanhado por um aumento na produção do restaurante, de forma que não se pode afirmar, sem o cálculo do indicador, se houve de fato um aumento no gasto de água, isto é, no consumo por refeição.

Muito embora a direção do RU consiga dados diários de acessos, as informações obtidas pelo autor desse trabalho foram unicamente os totais anuais. Assim, para o cálculo do indicador, três formas diferentes foram realizadas:

a) Valores médios anuais:

Nesse primeiro caso, o indicador foi calculado para o ano de 2011 pela relação entre os totais de refeições servidas e o consumo acumulado para esse ano:

$$q_a = 31.088.000 \text{ L} / 789.963 \text{ refeições} = 39,35 \text{ L/refeição}$$

b) Total de refeições e valores de consumo de água mensais:

Nesse caso, o indicador foi calculado pela divisão dos volumes mensais de água consumidos pela média de refeições servidas por mês, ou seja, considerando o valor uma constante ao longo do ano. Assim:

$$\text{Média de refeições/mês} = 789.963 / 12 = 65.830 \text{ refeições / mês}$$

$$q_b = C_{\text{mensal}} / 65.830 \text{ refeições}$$

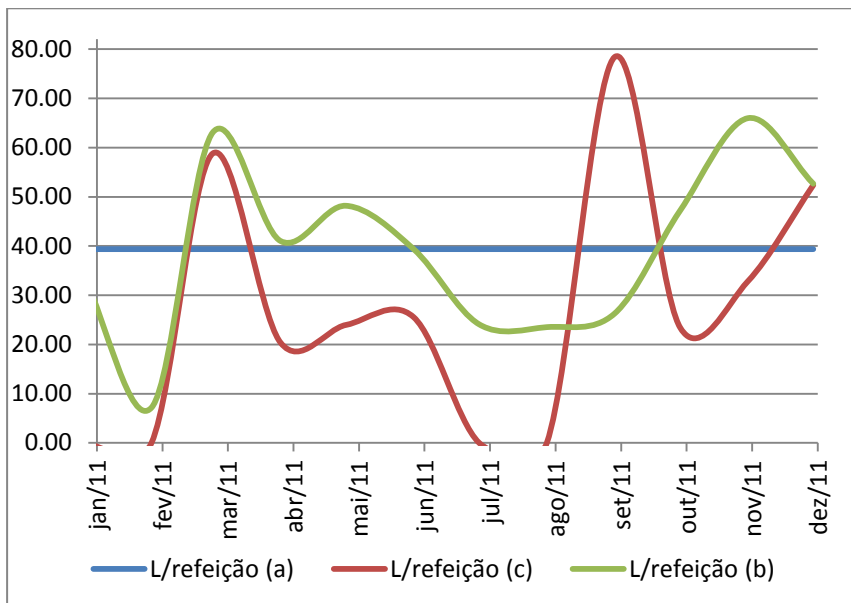
c) Valores mensais para refeições e consumo de água

Nesse último caso, buscando uma aproximação maior com a realidade, calculou-se a média diária de refeições servidas e então, com auxílio do calendário acadêmico e do total de dias operados no ano (dado disponibilizado pelo RU juntamente com as informações de produção), realizou-se uma ponderação de refeições servidas por mês. Dessa forma, meses de recesso acadêmico aparecem sem um resultado,

visto que neles o número de dias de funcionamento foi considerado zero.

$$q_c = C_{\text{mensal}} / n^{\circ} \text{ mensal de refeições}$$

A comparação dos resultados obtidos através desses três procedimentos de cálculo encontra-se na Figura 45.



**Figura 45: valores para o indicador do RU, segundo as três formas de cálculo**

Percebem-se, pela análise do gráfico, diferentes comportamentos para cada forma de cálculo. Se por um lado as alternativas a) e b) pecam pelas generalizações, a opção c) apresenta valores extremos para períodos que possam ser considerados atípicos, como meses de recesso ou de greve. O mês de setembro, por exemplo, embora não tenha apresentado um valor discrepante em termos de consumo, constituiu um ponto de máximo, pois em função da greve os dias de operação durante o mês foram poucos.

No geral, os resultados obtidos encontram-se acima do valor de 25 L / refeição, considerado como padrão para restaurantes do tipo

industrial, o que já era esperado pelo fato de os ramais que atendem ao RU não serem exclusivos.

Um interessante estudo foi desenvolvido por Kaminagakura (2005) no RU da Universidade Estadual de Londrina - UEL. O autor recolheu dados de consumo e refeições servidas para um período de 12 meses, e a partir dos mesmos calculou os indicadores mensais. No entanto, dado que há atividades realizadas que independem da produção do restaurante, como limpeza do ambiente, higiene e consumo dos funcionários, entre outros, levantou-se a hipótese de que o número de refeições preparadas em uma mesma unidade poderia influenciar no consumo per capita. Assim, foram estabelecidas faixas do número de refeições servidas ao dia, e calculados os indicadores correspondentes a cada faixa. Os resultados apontaram uma diminuição no valor do indicador com o aumento da produção, como mostra a Tabela 15.

**Tabela 15. Índice de consumo por faixa de refeições servidas no RU**

	Número de refeições			
	Até 1000	1000 a 2000	2000 a 3000	Mais de 3000
Nº de amostras	21	39	50	128
Média do índice de consumo (L/ref.)	24,83	16,99	14,48	12,65

**Fonte: Kaminagakura (2005)**

Diferentemente do que ocorre no Campus Universitário Trindade, o RU estudado possui um medidor exclusivo, o que facilita o trabalho com os indicadores. Para que os resultados calculados para a UFSC venham a ser mais representativos, é essencial estabelecer uma ponte de informações entre o PURA e a Direção do RU, de forma que, concluído um mês, os dados acumulados referentes ao período sejam transmitidos à equipe do Programa.

*BU:*

O prédio da Biblioteca Universitária atualmente é atendido por um único hidrômetro, aqui denominado de “hidrômetro da BU”.

Conforme previamente detalhado, há dois perfis distintos de consumo associados a esse medidor,  $C_1$  e  $C_2$ , sendo:

$$C_2 = n^\circ \text{ funcionários (pessoa)} \times 50 \text{ (L/pessoa} \times \text{dia)}$$

$$C_1 = C - C_2$$

Segundo dados obtidos em campo pela equipe do PURA, o prédio da BU abriga, além da biblioteca e do laboratório de informática, também as seguintes unidades: a sala que representa a Pró-Reitoria de Desenvolvimento Humano e Social – PRDHS, a Sala Verde e a sala de atendimento da PRAE. O número de funcionários dessas unidades está discriminado na Tabela 16.

**Tabela 16. Funcionários do prédio da BU**

Unidade	Nº de funcionários
PRDHS	10
Sala Verde	4
Atendimento PRAE	6
Funcionários BU + LabUFSC	56
<b>Total:</b>	<b>76</b>

Com base nisso, pode-se estimar o consumo  $C_2$ :

$$C_2 = 76 \times 50 = 3800 \text{ L/dia} = 3,8 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Dado que nem todas as estruturas da BU operam nos finais de semana, e que mesmo as unidades operantes trabalham com período e pessoal reduzido nesses casos, será considerado no cálculo que 1 mês corresponde a 25 dias. Assim:

$$C_2 = 3,8 \times 25 = 95 \text{ m}^3 / \text{mês}$$

Segundo os cálculos feitos no item 5.1, o consumo médio do último ano válido, para a BU, foi de 411  $\text{m}^3$ , logo:

$$C_1 = 411 - 95 = 316 \text{ m}^3/\text{mês} = 12,64 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Segundo informações repassadas por servidores da unidade, o número médio de usuários da biblioteca e do laboratório de informática é:

**Tabela 17. Funcionários do prédio da BU**

Unidade	Nº de usuários / dia (média)
BU	4500
LabUFSC	1500

Com os dados da Tabela 17:

$$q = 12,64 \times 1000 / 6000 = 2,11 \text{ L / usuários} \times \text{dia}$$

Embora não se tenha parâmetros bibliográficos para comparar com o resultado encontrado, o mesmo parece coerente, dado que, dentro o universo de usuários dessas instalações, apenas uma parcela reduzida faz uso dos sanitários e, portanto, originaria um gasto de água superior a 2,0 L / dia.

Em todo caso, o cálculo foi realizado com base em um valor médio. Visto que ambas as unidades possuem catracas na entrada, deve-se, assim como para o RU, estabelecer uma ponte de informações entre o PURA e os diretores das unidades, de forma que, concluído um mês, os dados acumulados referentes ao período sejam transmitidos à equipe do Programa para a realização dos cálculos. Assim, por mais que não haja um padrão bibliográfico para comparação, pode-se acompanhar a evolução do indicador ao longo dos meses e determinar um comportamento próprio à UFSC, um insumo importante para auxiliar na inferência de eventuais vazamentos ou demais anomalias na rede.

#### *Centros de ensino:*

Serão avaliados os resultados de três centros de ensino cuja caracterização tipológica preponderante foi unicamente como “escola-externato”: CFH, CSE e CTC. Muito embora não se disponha dos números exatos da população abrangida em cada setor, a mesma pode ser dada por uma estimativa simples a partir dos dados trazidos pela publicação UFSC em Números 2009, que traz o número de alunos por centro de ensino da UFSC. A Tabela 18 apresenta o número de alunos para alguns centros, descontados alunos de ensino à distância e matrículas trancadas.

**Tabela 18. Total de alunos por centro**

Centro	Nº de alunos
CCJ	925
CFH	2266
CSE	5158
CTC	5737

A publicação traz ainda as seguintes relações:

- relação aluno / professor: 15,73
- relação aluno / funcionários: 11,96

Aplicando essas relações para os centros, tem-se:

- CCJ: 59 professores e 77 funcionários;
- CFH: 144 professores e 189 funcionários;
- CSE: 328 professores e 431 funcionários;
- CTC: 365 professores e 480 funcionários;

Com isso, podem ser estimadas as populações da área de abrangência de cada medidor:

- CFH:  $2266 + 144 + 189 = 2599$  pessoas;
- CSE:  $5158 + 328 + 431 = 5917$  pessoas. No entanto, como este setor abrange também um dos prédios de salas de aulas do CCJ, metade da quantidade de alunos e um terço do total de professores e servidores serão acrescidos ao valor. Assim, a população ficará em  $5917 + 508 = 6425$  pessoas.
- CTC: na área de abrangência do setor não estão inclusos diversos departamentos pertencentes a esse Centro, como o ENS, INE, ECV, EPS, ARQ e EQA. Assim, para a população do setor serão considerados 70% do total de alunos e apenas 40% do total de alunos e professores, de forma que a população será de  $0,7*5737 + 0,4*(365 + 480) = 4354$  pessoas.

A partir das médias de consumo para o último ano válido e das populações acima estimadas, pode-se realizar um cálculo primário dos indicadores. Considerou-se para o cálculo o período de um mês útil, isto

é, correspondente a apenas 20 dias. Foram calculados os índices com base na população total, e apenas na população de alunos. Os resultados se encontram na Tabela 19.

**Tabela 19. Valores de q considerando unidades consumidoras distintas**

Centro	L / pessoa x dia	L / aluno x dia
CFH	6,35	7,28
CSE	3,00	3,45
CTC	3,62	3,92

Através dessas aproximações, percebe-se que os resultados obtidos são extremamente baixos, especialmente se comparados ao valor de orientação para projetos que é de 50 L/pessoa x dia, ou mesmo com os 25 L/aluno x dia estipulados pelo Decreto Estadual 45.805 do Estado de São Paulo.

Assim, para que se possam obter resultados mais confiáveis e passíveis de comparação, recomenda-se a realização de um levantamento detalhado da população por setor.

#### **6.4.3. Discussão dos resultados**

Para a construção e cálculo dos indicadores de consumo, dois dados de entrada são necessários: dados de consumo e dados da unidade consumidora.

No entanto, conforme apresentado nos itens anteriores, percebe-se uma grande dificuldade para a implantação de um sistema de gestão por indicadores com a atual configuração do sistema de abastecimento da UFSC.

As ausências de um cadastro da rede e de uma medição individualizada dificultam a associação dos valores de consumo às unidades consumidoras, e os próprios valores provenientes das leituras dos hidrômetros existentes são de confiabilidade muitas vezes discutível, apresentando frequentes inconsistências, o que diminui a qualidade dos dados de consumo.

Por outro lado, os dados referentes às unidades consumidoras não são, em muitos casos, de fácil obtenção, seja por ausência ou



deficiência de registro na fonte, ou por falta de sensibilização do problema por parte dos funcionários da Universidade, que não veem a importância de ceder, com precisão, determinadas informações necessárias.

Assim, diante desse quadro, pode-se dizer que os indicadores calculados, em sua maioria, não podem ser tidos como suficientemente representativos. Eles podem, sim, ser usados para fins de comparação interna, de forma a permitir o acompanhamento da evolução ao longo dos meses do comportamento de um dado setor.

Para melhorar essa situação, algumas medidas devem ser adotadas no campus, tais como:

- contratação de uma empresa especializada para realizar o mapeamento da rede de abastecimento do campus;

- instalação dos hidrômetros com telemedição, para controle e conferência dos consumos associados aos setores mais consumidores do campus;

- registro de eventos atípicos que possam influenciar nos padrões de consumo, como vazamentos, obras e greves;

- criação de uma rede de informação entre a equipe do PURA e os servidores detentores das informações de ocupação física das unidades (por exemplo, quantidade mensal de refeições servidas pelo RU, de acessos à BU, de alunos, professores e servidores por centro, entre outras);

- divulgação das ações do PURA em meio à comunidade universitária, em especial aos servidores, visando a sensibilização do público perante a causa.

Vale ressaltar que algumas das medidas acima listadas já começaram a ser adotadas. Buscando dados mais confiáveis para a Universidade, a mesma efetuou a compra de 15 novos hidrômetros, com telemedição, cujos dados de consumo alimentarão uma base de dados gerenciada pelo PURA. Tais hidrômetros deverão ser instalados na proximidade dos hidrômetros da companhia, e corresponderão os 15 maiores consumidores do campus, isto é, os hidrômetros nos quais se observam sucessivamente as maiores leituras. Esses são importantes passos para um futuro refinamento dos dados, que permitirão

consequentemente uma melhoria na qualidade do resultado dos indicadores.

## 7. CONCLUSÃO

Esse trabalho procurou realizar um diagnóstico da realidade do abastecimento interno do campus no que tange a facilidade de aplicação de um conjunto de indicadores de consumo.

Como pode ser constatado, ainda há entraves associados aos dados necessários que dificultam a correta aplicação das ferramentas. Assim, as possibilidades de trabalho possíveis de serem realizados, no campus, com essa temática, são bastante amplas, e a Universidade carece desses avanços para poder se equiparar a outras instituições de ensino superior do país enquanto vanguarda no que tange à conservação e o uso racional da água.

O grande objetivo da implantação de um sistema de indicadores é o de criar “parâmetros universais” que permitam a avaliação interna do sistema, e sua comparação com casos tidos como referências no consumo de água, ou seja, casos de instalações que tenham implantado ações de uso racional e que, portanto, conseguiram reduzir o seu consumo ao ponto de serem tomadas como referência.

A partir dos valores de referência obtidos, pode-se calcular o índice de consumo relativo (ICR), que é a relação entre o valor de consumo calculado para dada unidade da UFSC e o indicador de consumo de uma dada referência.

$$ICR = \frac{\text{Indicador de consumo} - UFSC}{\text{Indicador de consumo da referência}}$$

Quanto mais próximo a 1,0 for o ICR, melhor será o desempenho da unidade avaliada, pois mais próximo estará o seu indicador de consumo daquele da unidade tida como referência.

Dentre eles, as unidades que apresentarem os maiores valores são aquelas nas quais ocorre o maior desperdício de água, sendo então os pontos críticos do sistema. Elas possuirão, assim, o maior potencial de redução de consumo, devendo ser prioridade na adoção de medidas de uso racional da água.

Portanto, um sistema de indicadores de consumo, a ser atualizado mensalmente, pode ser uma importante ferramenta de auxílio à gestão do sistema de abastecimento da UFSC, atuando como um suporte à tomada de decisão no que toca a adoção de medidas para racionalização do uso da água no campus. Enseja-se, assim, que a Universidade possa alinhar seu discurso às suas práticas internas, atuando mais uma vez como um exemplo para a sua comunidade.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2007a. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes\\_2007.asp](http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2007.asp)>.
- ALVES, W. C. et al. Micromedição. In: Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água – Documento Técnico de Apoio (PNCDA/DTA-D3). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 1999.
- FARIAS, M. P. Uso Racional da Água no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- GONÇALVES, R. F (Coord.). Consumo de Água. In: GONÇALVES, R. Franci (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. ABES. Rio de Janeiro, 2006a.
- GONÇALVES, R. F. (Coord). Gerenciamento de Águas Cinzas. In: GONÇALVES, R. Franci (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. ABES. Rio de Janeiro, 2006b.
- KAMINAGAKURA, C. Avaliação dos Principais Fatores Intervenientes no Consumo de Água em Unidades de Alimentação e Nutrição como Subsídio para o seu Uso Racional. Departamento de Construção Civil da Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2005.
- MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. Reuso de água. São Paulo: USP, 2003.
- MIRANDA, E. C. de. Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas. 2002. 215 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

- MUÑOZ, A. Z. Abastecimento y distribución de água. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 4ª Edición, 2000.
- OLIVEIRA, L. H. de. Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- PURA – SABESP: Programa de Uso Racional da Água da SABESP. Consultado através do site [www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br).
- PURA – UFSC: Programa de Uso Racional da Água da Universidade Federal de Santa Catarina. Relatório de Extensão – Ago/07 a Dez/08. Florianópolis, 2009.
- ROCHA, A. L. et al. Caracterização e monitoramento do consumo predial de água. In: Programa nacional de combate ao desperdício de água – Documento Técnico de Apoio (PNCDA / DTA-E1). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Secretaria de Política Urbana, 1998.
- SANTOS, D. C. dos. et al. Hierarquização de medidas de conservação de água em edificações residenciais com o auxílio da análise multicritério. Ambiente Construído, Porto Alegre, n. 1, p. 31-47, jan./mar. 2006.
- SILVA, G. S. Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EP/USP). São Paulo, São Paulo, 2004.
- SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2009. Ministério das Cidades, Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em 23 de outubro de 2011.
- TSUTIYA, M. T. T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. 643p.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia - Ciência e Aplicação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Editora da UFRGS. ABRH. Porto Alegre, 1997.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.  
UFSC em números 2000 - 2009. Disponível em:  
<http://www.pip.ufsc.br/index.jsp?page=arquivos/numeros.html>.

## **ANEXOS**

A. Mapa do Campus Universitário Trindade

B. Mapa de localização dos hidrômetros e identificação dos 15 maiores consumidores em 2010.

C. Planilha de controle das faturas de água do campus para os primeiros meses de 2012, realizado pela equipe do PURA - UFSC.

D. Mapa de localização dos hidrômetros no campus.

## **APÊNDICES**

A. Quadro com o período de realização das principais obras nos setores do campus analisados por esse trabalho.

## **ANEXO A. Mapa do Campus Universitário Trindade**





**ANEXO B. Amostra do cadastro do parque de hidrômetros instalado no Campus Universitário Trindade, realizado pela equipe do PURA - UFSC.**

Nº Controle	Responsável	Cód. Matrícula	DC (m³/h)	Localização	Macro-Setorização	Acesso
1	CASAN	229709-4	3	Estacionamento do setor de transportes	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
2	CASAN	229711-6	3	Setor alvenaria	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
3	CASAN	229712-4	30	Biotério central	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
4	CASAN	229708-6	3	Almoxarifado Central, Depósito de Gás	EQA - Civil - Prefeitura	
5	CASAN	229707-8	3	Salas de aula EQA	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
6	CASAN	918556-9	7	Em frente ao prédio Eng. Civil	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
7	CASAN	918555-0	7	Em frente ao prédio Eng. Civil	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
8	CASAN	229715-9	3	Ao Lado Restaurante - MIP	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
9	CASAN	229714-0	1.5	Prefeitura universitária	EQA - Civil - Prefeitura	Fácil
10	CASAN	229713-2	7	Horto CCB	EQA - Civil - Prefeitura	Ruim
11	CASAN	814961-5	3	Horto CCB	EQA - Civil - Prefeitura	Ruim
12			3	Restaurante Sintufsc	HU	
13	Controle Interno		7	Caldeira HU-controle	HU	
14	CASAN	229696-9	80	HU - caixa d'água	HU	Regular
15	Controle Interno		30	Estacionamento HU perto caldeira-controle	HU	
16	CASAN	961107-0	3	IEB	HU	
17	CASAN	229695-0	7	CCS - Salas de Aula	CTC - Reitoria - BU	Fácil
18	CASAN	229664-0	3	DAE	CSE - Servidores - CCJ	
19	CASAN	909782-1	3	CSE para centro acadêmico	CSE - Servidores - CCJ	Fácil
20	CASAN	229682-9	10	CSE	CSE - Servidores - CCJ	
21	CASAN	229663-2	3	Igreja UFSC	CSE - Servidores - CCJ	Regular
22	CASAN	229693-4	7	Restaurante Servidores	CSE - Servidores - CCJ	
23			3	Associação Volantes 193	CSE - Servidores - CCJ	
24	CASAN	229692-6	3	Associação Volantes 193	CSE - Servidores - CCJ	Fácil
25	CASAN	991277-0	3	CFM - Frente da Maçonaria	Moradia - Aplicação	Regular
26	CASAN	229690-0	10	CFM - Frente da Maçonaria	Moradia - Aplicação	Regular
27	CASAN	229688-8	7	Colégio de Aplicação	Moradia - Aplicação	Ruim
28		620561-5	3	Entrada Carvoeira - Nativas	CED - CFH - NDI	Fácil

**ANEXO C. Planilha de controle das faturas de água do campus para os primeiros meses de 2012, realizado pela equipe do PURA - UFSC.**

ID planta	ID	Matrícula	Unidade	Janeiro		Fevereiro		Março	
				Consumo	Valor	Consumo	Valor	Consumo	Valor
30	2	229627-6	Univ Fed do Estado de Sta Cat	300	773.7	300	773.7	300	773.7
21	3	229663-2	Igreja UFSC	20	76.14	20	76.14	43	221.45
18	4	229664-0	DAE	35	196.01	51	297.1	40	227.6
32	5	229665-9	Biblioteca Central	628	3,942.41	10	38.07	317	1,977.60
33	6	229666-7	Centro Tecnológico - UFSC	156	980.97	170	1,080.83	294	1,965.24
40	9	229669-1	Reitoria UFSC	236	1,465.87	276	1,718.58	345	2,154.50
55	10	229670-5	Centro de esporte	2728	19,325.51	3605	25,580.62	3704	26,286.72
53	11	229671-3	Imprensa universitária	288	1,794.39	10	38.07	240	1,491.14
56	12	229672-1	Restaurante universitário	2941	20,844.70	2270	16,058.86	3706	26,300.99
52	13	229673-0	Restaurante universitário	1008	7,904.10	1017	7,975.62	1012	7,935.89
49	14	229674-8	Centro de educação - UFSC	119	726.7	41	233.92	85	511.9
51	15	229675-6	Centro de convivência - UFSC	60	228.42	60	228.42	75	323.18
48	16	229676-4	Centro de ciências humanas	98	594.03	95	575.07	346	2,160.82
45	17	229677-2	Museu de antropologia	23	120.2	35	196.01	35	196.01
46	18	229678-0	Horto botânico	63	372.91	98	594.03	135	827.78
42	19	229680-2	Centro de estudo básico	466	2,918.94	527	3,304.32	756	4,751.07

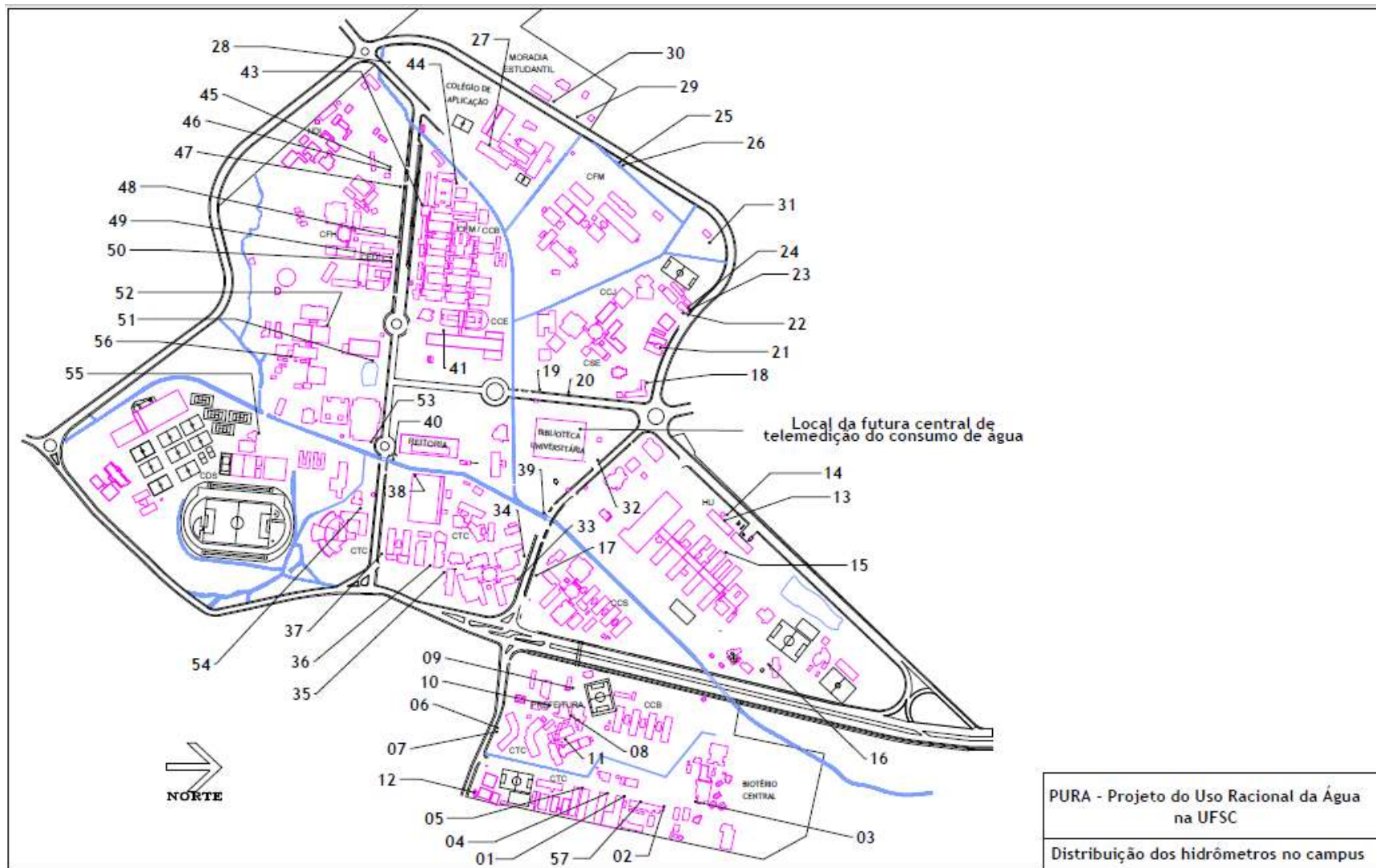
41	20	229681-0	Centro de e básicos	218	1,423.18	223	1,458.84	216	1,408.91
20	21	229682-9	Centro sócio econômico	280	1,743.85	259	1,611.18	605	3,797.10
47	22	229683-7	Creche UFSC	90	543.49	150	922.55	429	2,685.19
35	23	229684-5	Centro Tecnológico - UFSC	10	38.07	10	38.07	10	38.07
44	24	229687-0	Centro anatômico	64	354.12	267	1,772.67	208	1,351.85
27	25	229688-8	Colégio de aplicação	151	945.31	372	2,521.57	364	2,464.51
	26	229689-6	Lab de ensino e pesquisa	17	82.29	25	132.84	350	2,186.09
	27	229690-0	Centro de c físicas e mat bl a	383	2,394.57	334	2,085.00	516	3,234.83
31	28	229691-8	Univ Federal do estado de SC	459	3,512.86	259	2,209.53	301	2,257.21
	29	229692-6	Ass atl volantes - UFSC	20	76.14	20	76.14	20	76.14
	30	229693-4	Setor de Parques e jardins	216	1,325.14	297	1,880.88	294	1,860.30
	31	229695-0	Centro de ciência da saúde	305	2,043.70	352	2,378.92	671	4,654.16
	32	229696-9	Hospital Universitário	11223	70,850.26	10957	69,124.91	12021	76,026.29
	33	229707-8	Almoxarifado central	139	853.05	187	1,156.30	217	1,345.83
	34	229708-6	Almoxarifado central	10	38.07	13	57.02	17	82.29
	35	229709-4	Univ Federal	33	183.38	19	94.93	41	233.92

			do estado de SC						
57	36	229710-8	Setor de hidráulica	10	38.07	10	38.07	10	38.07
	37	229711-6	Setor de parques e jardins	20	76.14	20	76.14	20	76.14
	38	229712-4	Biotério central almoxarifado	864	5,433.39	912	5,736.64	874	5,496.56
	39	229713-2	Núcleo de instruções mod	28	151.79	20	101.25	31	170.74
	40	229714-0	Prefeitura do campus	10	38.07	14	63.34	20	101.25
	41	229715-9	Prefeitura do campus garagem	523	3,279.05	671	4,214.07	895	5,629.23
	42	620561-5	Nativas do horto botânico	10	38.07	10	38.07	10	38.07
	43	643554-8	Centro tecnológico bl a	31	145.64	67	373.08	103	600.5
	44	681686-0	Casa veg dpto micro	10	38.07	12	50.71	10	38.07
54	45	692302-0	Espaço do dpto de arq e urb	140	859.37	251	1,560.64	293	1,825.98
	46	799722-0	UFSC - Moradia estudantil	10	38.07	10	38.07	10	38.07
	47	814961-5	UFSC depto micro biol para	13	57.02	181	1,118.40	174	1,074.17
34	48	841662-1	Centro tecnologico bloco L	103	625.62	118	720.38	158	973.09
	49	909782-1	Centro acad socio economico	102	595.83	26	114.04	106	624.35

	50	918555-0	Engenharia civil - BI V	11	44.39	14	63.34	33	183.38
	51	918556-9	Engenharia civil - BI T	48	278.14	90	543.49	130	796.19
	52	919747-8	Centro de educação - UFSC	59	347.64	46	265.51	103	796.19
	53	961107-0	Centro ciências biológicas	252	1,566.95	355	2,217.68	502	3,146.38
	54	991277-0	Ctro de ciência fis e mat bl B	113	688.79	98	594.03	112	682.48
<b>Subtotal</b>				26041.00	168629.35	26290.00	170712.59	32422.00	211131.21



**ANEXO D. Mapa de localização dos hidrômetros no campus.**



**APÊNDICE A. Quadro com o período de realização das principais obras nos setores do campus analisados por esse trabalho.**

## Período de duração das principais obras ocorridas nos setores

