



Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório Geral

Abril/2015 a Maio/2016

Para auxiliar a nova administração da UFSC quanto ao histórico deste projeto de desenvolvimento institucional, o presente relatório retoma o trabalho anterior e descreve as atividades realizadas desde o início do projeto.

O projeto “Recuperação da Qualidade da Água dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima” é executado pela Pró-Reitoria de Planejamento e Orçamento, com apoio técnico dos Departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental e de Informática e Estatística. Iniciou-se em março de 2015 e tem duração prevista de 24 meses.

Encontra-se em sua origem a Ação Civil Pública nº 2007.72.00.014573-8/SC, que estabeleceu à UFSC realizar a *“recuperação da qualidade da água dos cursos (naturais ou artificiais, canalizados ou não) situados no “campus” universitário, mediante: levantamento da qualidade da água dos cursos d’água que atravessam o “campus”; indicação das causas da poluição, quando constatada; encaminhamento à FATMA e Vigilância Sanitária do Município de Florianópolis de relatório acerca das causas, para que estes tomem as medidas indicadas, dentro de sua área de atuação; e execução das medidas necessárias à recuperação das águas dentro de seu território (por meio de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD) e que tenham como causa atos de sua responsabilidade”*.

Concebido como uma ação de pesquisa, seu principal objetivo é *“pesquisar soluções inovadoras e exemplares que contribuam para recuperação da qualidade da água dos córregos que cortam o Campus João David Ferreira Lima”*. Tal recuperação tem origem na constatação da existência de pontos de descargas de águas servidas junto aos córregos, oriundas provavelmente de edificações da UFSC, mesmo após a implantação da rede de esgotos em 2003 (LAURENTI, 2011). A microbacia do Campus abrange o trecho inferior do rio do Meio e seus afluentes, que, por sua vez, integram a bacia do Itacorubi e seu manguezal.

Os objetivos específicos do projeto são:

¹ LAURENTI, A. **Um Córrego para chamar de Nosso**. Florianópolis: UFSC/CCS/PTL, 2011. 64p.



1. Diagnosticar a qualidade da água dos cursos d'água que atravessam o "campus", bem como as áreas adjacentes aos mesmos;
2. Pesquisar as causas da poluição, quando constatada;
3. Encaminhar à FATMA e Vigilância Sanitária do Município de Florianópolis o relatório acerca das causas, para que estes tomem as medidas indicadas, dentro de sua área de atuação quando estas não forem de responsabilidade da Universidade.
4. Delinear as medidas necessárias à recuperação das águas dentro de seu território (por meio de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD) e que tenham como causa atos de responsabilidade da UFSC.
5. Realizar monitoramento remoto de precipitações pluviométricas, vazão de cursos d'água e turbidez da água utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência.
6. Experimentalmente, monitorar consumo de água de algumas edificações do Campus para identificar eventuais vazamentos desaguando nos córregos.

O projeto foi aprovado na UFSC em dezembro de 2014, sendo contratada a gestão financeira junto à FEESC em março de 2015. As atividades iniciaram-se em junho, após disponibilização da primeira parcela de recursos financeiros, seleção de bolsistas e detalhamento dos objetivos e metas. Este relatório inclui todas as atividades realizadas desde junho de 2015 a maio de 2016, compreendendo portanto um ano do início efetivo do projeto.

Desenvolvimento do Projeto

As principais atividades decorrentes dos objetivos anteriormente relacionados são apresentadas no quadro a seguir.

Objetivos específicos	Atividades principais
1. Pesquisar as causas da poluição, quando constatada.	Realizar o inventário das redes de esgotamento sanitário e de drenagem do Campus Universitário.
	Identificar pontos onde ocorra mistura das águas pluviais com as provenientes de esgotamento sanitário.
	Encaminhar à FATMA e Vigilância Sanitária Municipal relatório acerca das causas da poluição, visando adoção de medidas corretivas, em áreas externas ao Campus Universitário.
2. Diagnosticar a qualidade da água dos cursos d'água que atravessam Campus.	Realizar o monitoramento sistemático dos cursos d'água e canais que afluem ao Campus Trindade.
3. Realizar monitoramento de precipitações pluviométricas, vazão de cursos d'água e turbidez da água utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência.	Desenvolver plataforma de coleta de dados (PCD) baseada em redes de sensores sem fios de baixa potência.
	Implantar rede de sensores sem fios para monitoramento pluviométrico, de vazão de cursos d'água e de turbidez de água nos locais de amostragem definidos.
	Monitorar descargas e turbidez nos cursos d'água

Objetivos específicos	Atividades principais
	Utilizar a infraestrutura implantada como plataforma experimental para captura de dados detalhados de qualidade de água utilizando sondas multiparâmetros móveis.
4. Monitorar experimentalmente o consumo de água de algumas edificações do Campus.	Instalar sensores de monitoramento de vazões junto ao sistema de distribuição predial de águas, integrando-os à infraestrutura de redes de sensores sem fios.

Os dois primeiros objetivos relacionados seguem diretamente os termos da sentença resultante da Ação Civil Pública originária do projeto de desenvolvimento institucional. O terceiro objetivo visa à complementação dos anteriores por viabilizar a continuidade do levantamento de dados sobre a qualidade da água, considerada no aspecto da turbidez e na possibilidade de conexão temporária de sondas multiparâmetros, em caráter permanente e contínuo, já que o sistema de monitoramento em implantação prevê aquisição de dados em intervalos de 5 minutos. É também neste objetivo que se estabeleceu o desenvolvimento de uma plataforma de coleta de dados capaz de incorporar ao sistema de monitoramento uma tecnologia de redes de sensores desenvolvida na UFSC. O último objetivo foi incorporado ao projeto visando à aplicação da mesma tecnologia de redes de sensores ao monitoramento dos edifícios de grande consumo de água de abastecimento na UFSC, com a finalidade de melhorar o conhecimento sobre a variabilidade da demanda e possibilitar uma gestão mais eficiente.

Neste texto introdutório ao Relatório é apresentado um panorama geral acerca das atividades em cada um dos objetivos do projeto. Ao final são anexados todos os relatórios parciais até o momento, agrupados em conjuntos para cada um dos objetivos específicos.

1. Pesquisar as causas da poluição, quando constatada.	Realizar o inventário das redes de esgotamento sanitário e de drenagem do Campus Universitário.
	Identificar pontos onde ocorra mistura das águas pluviais com as provenientes de esgotamento sanitário.
	Encaminhar à FATMA e Vigilância Sanitária Municipal relatório acerca das causas da poluição, visando adoção de medidas corretivas, em áreas externas ao Campus Universitário.

O inventário das redes de esgotamento sanitário e de drenagem do Campus Universitário, como instrumento para identificação dos pontos de ocorrência de mistura das águas pluviais e de esgotamento sanitário, foi inviabilizado em decorrência da falta de atualização, fidelidade e correspondência entre as plantas cadastrais disponíveis e as obras existentes. A estratégia utilizada para a identificação das origens das fontes de contaminação dos córregos voltou-se à análise das tubulações conectadas aos córregos com descargas em dias secos, sem a ocorrência de chuva. Com apoio de funcionários da Prefeitura do Campus, foram pesquisados os percursos destas tubulações, por inspeção de caixas de passagem próximas, e também por testes com corante, o que incluiu, além das caixas de passagem, pontos de descarga de água em pias de copa e laboratórios, lavatórios e banheiros dos edifícios próximos. Estabeleceu-se que após a

identificação qualquer conexão irregular aos cursos d'água proveniente um edifício, o detalhamento dos levantamentos neste edifício para definição das ações corretivas, bem como a investigação de outras irregularidades ficaria sob responsabilidade da Prefeitura do Campus.

Em resumo, foram identificados 39 conexões aos córregos no interior do Campus, em 13 dos quais foi possível obter confirmação acerca das origens dos despejos observados, conforme apresentado no relatório detalhado. Há 4 pontos nos quais os levantamentos serão intensificados posteriormente em decorrência da dificuldade de identificação de possíveis contaminações. Outros 20 pontos não apresentaram correlação direta entre precipitação pluviométrica e as descargas observadas, nem tampouco produziram resultados consistentes em testes com corante, motivos pelos quais foram considerados suspeitos e continuarão sob novas análises.

Quanto aos lavadores de veículos, em número de 32, segundo cadastro existente, há fortes evidências da poluição proveniente do lançamento de detergentes e outros produtos químicos por parte dos mesmos.

Os levantamentos e o monitoramento das origens da poluição, serão objeto e novas rotinas de testes e investigações aprofundadas, a fim de possibilitar a definição de medidas adequadas à correção dos problemas identificados.

2. Diagnosticar a qualidade da água dos cursos d'água que atravessam Campus.	Realizar o monitoramento sistemático dos cursos d'água e canais que afluem ao Campus Trindade.
--	--

A qualidade da água é representada por dois conjuntos distintos de levantamentos de informações, obtidas em diferentes intervalos de tempo, para cada um dos 7 pontos de monitoramento junto aos córregos no limite do Campus. Em períodos semanais é realizado o monitoramento in loco de 7 parâmetros (pH, Oxigênio dissolvido (OD), Temperatura, Condutividade, Turbidez, Amônia, Nitrato) com emprego de uma sonda multiparamétrica. Em períodos mensais, são realizadas coletas de amostras nos mesmos 7 pontos para análise junto ao Laboratório Integrado de Meio Ambiente – LIMA/ENS, visando à obtenção do IQA que considera os seguintes parâmetros: pH, Oxigênio dissolvido (OD), Temperatura, Condutividade, Turbidez, Sólidos totais, Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Coliformes totais e fecais, Fósforo total, Nitrogênio total, Amônia, Nitrito, Nitrato, Carbono orgânico total dissolvido (COD)).

São apresentados abaixo os resultados obtidos até o momento referentes, exclusivamente ao IQA. Os levantamentos com a sonda multiparamétrica não estão incluídos porque representam apenas alguns parâmetros monitorados para avaliação do comportamento temporal.

Data:	14/09/2015	26/10/2015	23/11/2015	09/12/2015	19/01/2016	23/02/2016	04/04/2016	02/05/2016
Ponto 1 (CCS)	21	28	28	25	18	24	15	24
Ponto 2 (BU)	16	26	24	16	16	24	15	15
Ponto 3 (REI)	41	24	32	33	34	35	31	48
Ponto 4 (ARQ)	43	41	33	36	25	24	34	48

Data:	14/09/2015	26/10/2015	23/11/2015	09/12/2015	19/01/2016	23/02/2016	04/04/2016	02/05/2016
Ponto 5 (CDS)	41	26	24	44	32	31	27	36
Ponto 6 (APL)	18	24	26	20	26	28	23	32
Ponto 7 (CSE)	20	20	18	16	15	17	14	16

O IQA estabelece cinco faixas de qualidade da água:

Ótima	$91 < IQA < 100$
Boa	$71 < IQA < 90$
Razoável	$51 < IQA < 70$
Ruim	$26 < IQA < 50$
Muito Ruim	$0 < IQA < 25$

Conforme pode ser observado, qualquer um dos 7 pontos apresenta permanentemente qualidade da água inferior a razoável. Cabe ressaltar que as condições de qualidade da água situam-se nestes valores desde os pontos de ingresso dos cursos d'água no Campus, em decorrência de descargas de efluentes domésticos ao longo dos trechos que percorrem os bairros residenciais a montante do Campus, não podendo ser atribuídas, portanto, exclusivamente a conexões irregulares de esgotos no âmbito do Campus.

3. Realizar monitoramento de precipitações pluviométricas, vazão de cursos d'água e turbidez da água utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência.	Desenvolver plataforma de coleta de dados (PCD) baseada em redes de sensores sem fios de baixa potência.
	Implantar rede de sensores sem fios para monitoramento pluviométrico, de vazão de cursos d'água e de turbidez de água nos locais de amostragem definidos.
	Monitorar descargas e turbidez nos cursos d'água
	Utilizar a infraestrutura implantada como plataforma experimental para captura de dados detalhados de qualidade de água utilizando sondas multiparâmetros móveis.

Para concretização deste objetivo concorrem dois conjuntos de atividades, no campo da hidrologia e no campo da instrumentação e informática.

As atividades relativas à hidrologia compreendem a definição dos locais de monitoramento, a instalação dos instrumentos, e posteriormente calibração e manutenção durante o processo sistemático e permanente de levantamento de dados. Houve apenas uma alteração quanto à definição dos locais de monitoramento estabelecidos durante a elaboração do projeto, alteração esta correspondente à eliminação de um ponto de coleta de dados, decorrente da falta de segurança quanto aos equipamentos porque este ponto se encontra em local público externo ao Campus. Os demais pontos situam-se no próprio Campus e futuramente pretende-se retomar a instalação de, pelo menos, um ponto externo de monitoramento, por representar uma forma de comparação com os demais e controle das informações. Em cada ponto de instalação dos instrumentos foi prevista infraestrutura capaz de abrigar os sensores, os sistemas eletrônicos de coleta e transmissão, bem como para fornecimento de energia por bateria e painel solar. Além



um pluviômetro instalado próximo à Biblioteca Universitária, há sete pontos de monitoramento diretamente junto aos córregos, para medição de vazão e turbidez. Nestes locais, os próprios bolsistas do projeto realizaram as instalações de réguas linimétricas e a infraestrutura mencionada foi objeto de contratação de serviços externos. É pertinente mencionar a grande dificuldade para contratação dos serviços porque na região existem poucas empresas que atuam neste setor, além do que não possuem experiência com instalações em córregos urbanos, realizando atividades na maioria das vezes em grandes rios. As aquisições de sensores também demandaram muito tempo. Pesquisas de tipos de sensores, fornecedores e custos foram iniciadas em setembro de 2015, mas as aquisições foram realizadas apenas recentemente após criteriosa escolha dos fornecedores, frente ao elevado custo resultante da desvalorização cambial, já que se trata de sensores importados. Neste momento se aguarda a entrega dos sensores para instalação e início de operação experimental.

No campo da instrumentação e informática as atividades compreendem a implantação de uma rede de sensores sem fios para coleta, registro e transmissão de dados, utilizando uma plataforma de coleta de dados (PCD) baseada em redes de sensores sem fios de baixa potência, a partir da tecnologia EPOSMote, desenvolvida pelo Laboratório de Integração de Software e Hardware, LISHA/INE. Inicialmente foi desenvolvida uma placa para integração de sensores hidrológicos aos sistema EPOSMote, passando por integração e validação em laboratório e posteriormente validação em duas estações em campo, na bacia do Córrego Grande. Posteriormente o sistema foi refinado, incluindo-se uma placa GSM/GPS para transmissão de dados. A seguir estes sistemas foram instalados em mecanismo de pluviômetro, configurando-se assim um pluviômetro autônomo capaz de registrar e transmitir informações. Além do pluviômetro em operação próximo à Biblioteca Universitária foram instalados dois outros em áreas externas à UFSC para testes e validação, um dos quais no Sapiens Park e outro na ESMESC - Escola Superior da Magistratura do Estado de Santa Catarina.

Neste momento os demais sistemas estão montados e aguardam a chegada dos sensores para instalação nos pontos de monitoramento junto aos córregos no Campus, a partir do que será iniciada operação em caráter experimental visando solucionar pequenos problemas e possibilitar monitoramento permanente.

4. Monitorar experimentalmente o consumo de água de algumas edificações do Campus.	Instalar sensores de monitoramento de vazões junto ao sistema de distribuição predial de águas, integrando-os à infraestrutura de redes de sensores sem fios.
--	---

Esta atividade iniciou-se em novembro de 2015. Após a escolha das edificações cujo consumo será monitorado, foi testada a compatibilidade de hidrômetros com o sistema EPOSMote, posteriormente adquiridos os hidrômetros mais adequados e elaborados projetos para instalações dos sistemas. Neste momento está sendo elaborado termo de referência e detalhamento de projetos para contratação dos serviços.



As atividades definidas em cada meta, e iniciadas no mês de junho de 2015, seguem detalhadas nos relatórios parciais de setembro de 2015 e fevereiro de 2016, anteriormente elaborados, bem como complementadas com o relatório parcial de cada objetivo no período de março a maio de 2016.

Ainda que as dificuldades anteriormente apontadas tenham retardado o cronograma, neste momento o projeto encontra-se com boa perspectiva de evolução para atingir as metas no prazo previsto.

Florianópolis, 24 de junho de 2016.

Cesar A. Pompêo
Coordenador



Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório de Acompanhamento de Meta

Junho/15 a Junho/16

1. Identificação	
1.1 Nome da Meta	Diagnóstico das origens da poluição dos cursos d'água.
1.2 Nomes dos docentes envolvidos	Pablo Heleno Sezerino e Ramon Lucas Dalsasso
1.3 Número de alunos envolvidos	Amanda Kempt Schroeder e Igor Amaro
1.4. Objetivo	Pesquisar as causas da poluição, quando constatada.

2. Detalhamento da Meta	
2.1 Atividades Planejadas	
Atividade	Prazo para conclusão
4.1 - Obter, em meio digital, DWG, e também impresso, as seguintes plantas: - Planta planialtimétrica cadastral atualizada do campus, com curvas de 1 em 1 metro; - Planta da rede de esgotos da CASAN no campus; - Planta da rede de água da CASAN no campus; - Planta da rede de drenagem no campus; - Planta da rede de água no campus, a partir dos hidrômetros até a edificação; e - Plantas de locação de cada edifício e planta baixa do projeto hidrossanitário mostrando redes de esgotos (coletores, subcoletores, caixas de passagem, caixas de gordura, tanque séptico ou tratamento existente - quando for o caso).	22/06/2015
4.2 - Obter computadores com AutoCAD instalado, com licença de uso.	29/06/2015
4.3 - Obter os seguintes equipamentos/acessórios: - GPS manual Garmin; - Trenas de 10 m, e 50 m; - Lanterna LED com bateria recarregável; - Luvras e máscaras contra gases (EPI's); - Alavancas metálicas;	22/06/2015



- Baldes; - Corante alimentício; - Pranchetas; e - Câmera fotográfica.	
4.4 - Definir setores para iniciar trabalho de mapeamento de redes.	22/06/2015
4.5 - Capacitar bolsistas para as atividades de campo e de escritório.	22/06/2015
4.6 - Estudar plantas existentes e estabelecer estratégias de ação para fazer o mapeamento.	07/09/2015
4.7 - Articular com a prefeitura do campus e setores envolvidos o apoio para as atividades a serem realizadas.	15/10/2016
4.8 - Programar as atividades, alternando entre atividade de campo e de escritório.	15/10/2016
4.9 - Realizar monitoramento para identificação de possíveis contaminações e avaliar os resultados obtidos.	15/10/2016
4.10 - Elaborar relatório detalhados sobre as atividades realizadas pelos bolsistas incluindo os resultados obtidos com o monitoramento.	15/10/2016
<i>Atividade</i>	<i>Resultado</i>
4.1 - No dia 15/06 iniciou-se o processo de solicitação de plantas em contato com o DPAE. Não foram encaminhadas todas as plantas solicitadas. Os bolsistas não tiveram acesso as seguintes plantas: - Planta planialtimétrica cadastral atualizada do campus, com curvas de 1 em 1 metro; - Planta da rede de água da CASAN no campus; - Planta da rede de drenagem no campus; e - Planta da rede de água no campus, a partir dos hidrômetros até a edificação.	Atividade realizada com sucesso parcial.
4.2 - Os professores envolvidos já possuíam computadores com o AutoCAD disponíveis para o uso dos bolsistas.	Atividade realizada com sucesso
4.3 - Foram feitos orçamentos dos materiais necessários para atividades de saída de campo e encaminhados a FEESC. Todos os materiais orçados foram comprados e entregues. Não foi necessário a compra dos seguintes materiais: - GPS manual Garmin; - Prancheta; e - Câmera fotográfica.	Atividade realizada com sucesso
4.4 - A partir da planta com todos os prédios do Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, definiram-se, juntamente com os professores envolvidos, os setores e a ordem de atuação em cada um deles.	Atividade realizada com sucesso
4.5 - Em razão dos bolsistas participantes já estarem entre a 7ª e 9ª fase do curso, não houve necessidade da capacitação.	Atividade abortada
4.6 - Após a obtenção das plantas foi necessário o estudo para verificar as ligações existentes e planejar qual seria o melhor caminho a ser seguido para	Atividade abortada

comprovar ou descartar a possibilidade de uma irregularidade. Porém, nas saídas de campo verificou-se que, as plantas fornecidas não condiziam com o que estava construído. Assim, tornou-se inviável a elaboração de um mapeamento com as redes de drenagem, água e esgoto.	
4.7 – Foram realizadas 3 reuniões com representantes de setores da prefeitura do campus para articulação. As reuniões ocorreram nos dias 8 de junho de 2015, 2 de agosto de 2015 e 27 de abril de 2016. A reunião do dia 8 de junho de 2015, teve como objetivo a apresentação de um painel geral do projeto, cronograma e orientações gerais para aquisição de materiais e serviços previstos. Nessa reunião foram apresentadas as engenheiras Renata M. Pacheco, da Coordenadoria de Gestão Ambiental (CGA) da UFSC, e Patrícia Orsi, do Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia (DPAE), que prestam apoio técnico para obtenção de informações juntos a UFSC, e também a técnica Bianca Goldacker, gerente do projeto junto a FEESC. A segunda reunião realizada no dia 02 de agosto de 2015, onde estavam presentes além dos bolsistas, Amanda K. Schroeder e Igor Amaro, o prof. orientador Pablo H. Sezerino, o coordenados do projeto Cesar A. Pompêo, a eng. Patrícia Orsi e a Arquiteta Camila Poeta, da Coordenadoria de Planejamento de Obras (COPLAN). Esta reunião teve como objetivo principal a discussão sobre os sistemas de esgotamento sanitário dos novos prédios que estavam em fase de construção na UFSC, no período da reunião. A terceira reunião foi realizada no dia 27 de abril de 2016, e teve como tema central a apresentação dos resultados obtidos com o monitoramento de alguns pontos críticos de lançamento. Estavam presentes na reunião, os dois bolsistas, o prof. orientador, o coordenados do projeto e os convidados: Patrícia Orsi, Renata M. Pacheco e o Eng. Gilberto C. Daudt do Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura (DMPI). Sempre que forem necessárias articulações com membros de setores da prefeitura da UFSC, serão marcadas reuniões.	Atividade realizada com sucesso.
4.8 – Foram realizadas atividades em campo de investigação das redes de drenagem e monitoramento dos pontos de lançamento no córrego, e atividades de escritório vinculadas a registros das atividades em campo, realização de orçamentos e estudo de plantas.	Atividade realizada com sucesso.
2.3 Plano de Trabalho do Próximo trimestre	
<i>Atividade</i>	
4.8 - Programar as atividades, alternando entre atividade de campo e de escritório.	
4.9 – Realizar monitoramento para identificação de possíveis contaminações e avaliar os resultados obtidos.	

4.10 – Elaborar relatório detalhados sobre as atividades realizadas pelos bolsistas incluindo os resultados obtidos com o monitoramento.

3. Relato da Execução e Justificativas

4.1 – A bolsista Julia Dotto iniciou contato pessoalmente com Roberta A. Pires (DPAE) no dia 15/06. Foi feito o pedido de todas as plantas citadas no tópico 2.1 “Atividades Planejadas”, item 4.1, na forma de arquivo digital e impressão, sob os memorandos PRAD/01/2015 e PRAD/02/2015. Roberta Pires encaminhou contanto para o responsável do setor, Rogério Nunes. Até o dia 03/07 foram fornecidas a planta da rede de esgoto da CASAN no campus e a planta de locação de cada edifício do campus.

Em uma conversa com os bolsistas no dia 03/07, Roberto informou que devido a greve dos servidores, não seria possível o fornecimento de todas as plantas solicitadas naquele momento. Dessa forma, no dia 06/07 em contato via e-mail com Rogério foi solicitado as plantas com o projeto hidrossanitário dos blocos do Centro Tecnológico (CTC), que seria o primeiro setor a ser estudado.

As únicas plantas fornecidas impressas foram as seguintes:

- o Planta da rede de esgotos da CASAN no campus;
- o Planta de locação de cada edifício do campus com a setorização.

Não tivemos acesso as seguintes plantas:

- o Planta planialtimétrica cadastral atualizada do campus, com curvas de 1 em 1 metro;
- o Planta da rede de água da CASAN no campus;
- o Planta da rede de drenagem no campus;
- o Planta da rede de água no campus, a partir dos hidrômetros até a edificação.

As demais plantas foram fornecidas em meio digital no formato DWG ou TIF.

4.3 – A obtenção dos equipamentos/acessórios necessários ficou a encargo dos bolsistas Igor Amaro e Amanda K. Schroeder. Os orçamentos eram enviados a bolsista Júlia Dotto, que encaminhava o pedido a FEESC.

Na realização dos orçamentos, apenas três (3) dos materias listados não foram pedidos, dentre eles:

- o Câmera fotográfica (os bolsistas possuem celular com essa função);
- o Prancheta (o projeto já possuía);
- o GPS manual (o coordenador do projeto nos disponibilizou um GPS, caso fosse necessário).

Por não receber todas as plantas impressas, foi necessário orçar a impressão delas.

Trocou-se a alavanca metálica pelo pé-de-cabra, visto que esse último apresentou menor valor de compra, foi mais fácil de encontrar e possui a mesma finalidade.

Os materiais foram solicitados a FEESC de acordo com a solicitação, memorando e ordem de compras abaixo:

- o Solicitação - 46479 Memorando - 20676/15
- o Ordem de compra 2986/2015 – Luva de látex;
- o Ordem de compra 3654/2015 – Corante alimentício;
- o Ordem de compra 2969/2015 – Pé de cabra e balde de plástico;
- o Ordem de compra 2967/2015 – Trena, luva de proteção tricotada, lanterna e máscara facial.
- o Solicitação 46313 Memorando – 19801/15
- o Ordem de compra 2506/2015 – Impressões das plantas em A1

4.4 – Junto com os professores envolvidos, foram definidos os setores para dar seguimento ao projeto. Decidiu-se iniciar pelo Centro Tecnológico (CTC) nos departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) e Informática e Estatística (INE) devido ao maior conhecimento da área, proximidade e pela facilidade do acesso às informações.

4.5 – A capacitação não foi necessária devido aos bolsistas já estarem entre a 7ª e 9ª fase do curso, no

entanto, esses foram sempre auxiliados e monitorados pelos seus orientadores.

4.6 – Em um primeiro momento, quando foram obtidas as plantas hidrossanitárias de alguns blocos da UFSC, a metodologia inicial para identificação de possíveis pontos de contaminação no córrego se baseou na abertura de caixas pluviais e de esgoto e verificação das ligações, origens e destinos dos efluentes das caixas, afim de verificar o percurso das águas pluviais até chegar no córrego, e se existia a presença de contaminação por efluente doméstico nesta rede de drenagem.

Os trabalhos tiveram início pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) e pelo Departamento de Informática e Estatística (INE). As atividades duraram pouco mais de um mês. Foram abertas todas as caixas de inspeção em volta dos departamentos. Entre elas, duas chamaram atenção especial. Uma delas, localizada ao lado da entrada do prédio do ENS que dá acesso ao LIMA (Laboratório Integrado de Meio Ambiente), recebe efluente desse laboratório - na caixa foi possível observar a presença de pequenas esferas de vidro utilizadas no laboratório para medir o ponto de ebulição e viscosidade. Porém há a suspeita de uma possível infiltração, já que foi verificada uma pequena abertura no fundo da caixa (Figura 1).

Outra caixa preocupante, localizada próximo ao INE, tem origem pluvial, porém apresenta uma câmara correspondente a uma caixa de esgoto doméstico. Um eventual entupimento da tubulação de esgoto, ou uma elevada vazão de entrada na caixa (tendo em vista que a caixa apresenta pequeno volume), podem causar o transbordamento do efluente doméstico, gerando uma contaminação na caixa pluvial, despejada no córrego.



Figura 1 - Caixa que recebe efluente do LIMA



Figura 2 - Situação da caixa compartilhada por esgoto e pluvial



Figura 3 - Caixa compartilhada por efluente de esgoto e pluvial

Após o estudo das plantas e as atividades em campo, verificou-se que a maioria delas estava desatualizada, sendo em muitos casos incoerentes com o que realmente estava projetado, dificultando e atrasando as atividades dos bolsistas. Em conversa com os orientadores, decidiu-se trocar a metodologia de investigações, pois havia uma perda de tempo tentando resolver as incongruências das plantas. Dessa forma, o diagnóstico seria feito no processo inverso. Ao invés de obter informações através das plantas e seguir para o córrego, decidimos investigar as irregularidades nos córregos e quando conveniente buscar se aprofundar em determinado bloco.

4.7 – Durante as reuniões gerais, os integrantes da Prefeitura da UFSC puderam nos auxiliar em algumas questões e disponibilizar alguns documentos que facilitariam o andamento do projeto.

4.8 – Nas atividades em campo, para identificar as possíveis contaminações do córrego, a metodologia foi baseada na identificação de tubulações que em dias secos lançavam algum tipo de efluente nele. Foram levantados 39 pontos de lançamento, em um primeiro momento. Em seguida, foram realizados monitoramentos para a classificação desses pontos, afim de verificar se eram apenas cursos d'água canalizados ou uma drenagem de nascente, ou ainda se haviam ligações irregulares de esgoto na tubulação de drenagem. Depois da identificação e classificação dos pontos, foi realizado outro monitoramento de alguns pontos identificados como críticos, que teve como objetivo registrar a presença ou ausência de fluxo e comparar com os dados de pluviometria. Durante as atividades de monitoramento, foram feitos testes com corantes e análises laboratoriais para obter maior consistência das informações.

Nas atividades em sala foram elaborados os registros dos resultados obtidos nas saídas de campo, estudos de plantas e realização de orçamentos.

Durante os meses de Junho, Agosto e Setembro de 2015, algumas das atividades em campo tiveram o auxílio dos bolsistas Bruno H. S. Santos e Julia Dotto.

As atividades realizadas pelos bolsistas e os resultados obtidos estão descritos com mais detalhes no Relatório Geral das Atividades apresentado a seguir.

RELATÓRIO GERAL DAS ATIVIDADES

Elaboração: Amanda K. Schroeder e Igor Amaro

PARTE 1: ATIVIDADE DE IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE LANÇAMENTO DE EFLUENTE NO CÓRREGO METODOLOGIA E RESULTADOS

Com o objetivo de identificar possíveis ligações irregulares, diretamente ligadas ao córrego ou ligadas em redes de drenagem que deságuam nele, a metodologia utilizada baseou-se na identificação de pontos (tubulações) que despejavam efluente no córrego em dias sem a ocorrência de chuva. Para facilitar as atividades o córrego foi dividido em trechos (Figura 4).

- o Trecho 01: inicia nas quadras de esporte da UFSC e termina no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental;
- o Trecho 02: inicia no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e termina na Rua Delfino Conti;
- o Trecho 03: inicia na Rua Delfino Conti e termina no Hospital Universitário;
- o Trecho 04: inicia no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e termina na Rua Roberto Sampaio Gonzaga;
- o Trecho 05: inicia na Rua Roberto Sampaio Gonzaga e termina no Colégio Aplicação;
- o Trecho 06: corresponde ao trecho do córrego que passa entre o Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM) e o Centro de Ciências Jurídicas (CCJ);
- o Trecho 07: inicia no Departamento de Engenharia Civil e termina no Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos.

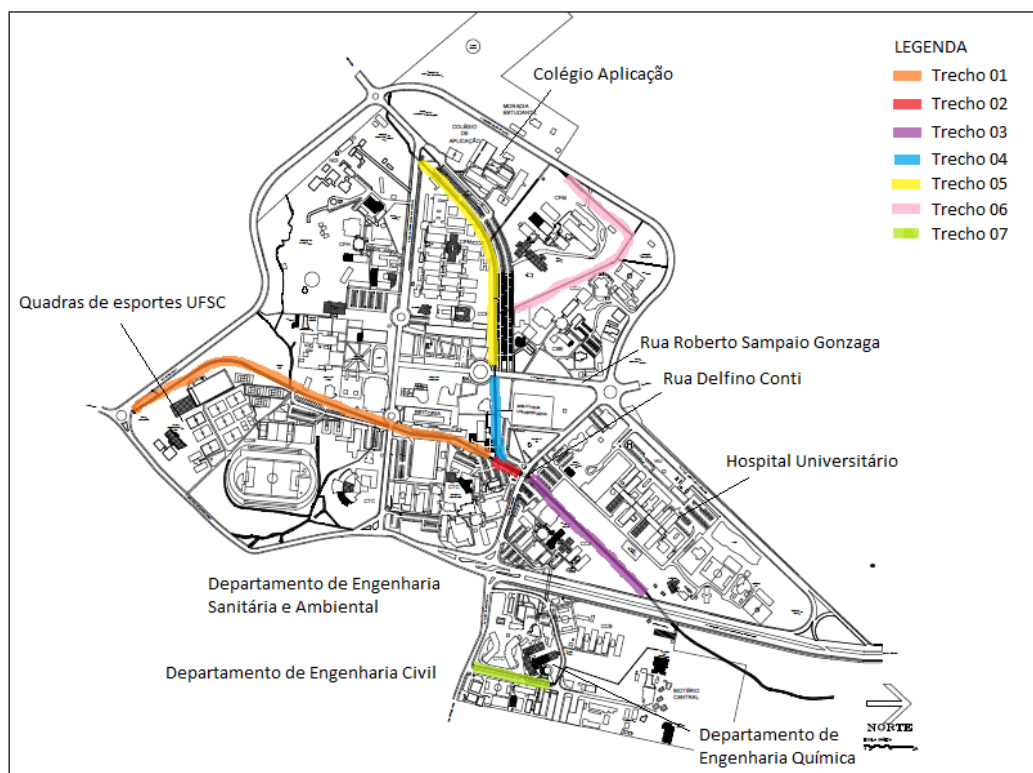


Figura 4 - Divisão do córrego por trechos

Trecho 01

Foram localizados seis pontos nesse trecho. Desses, identificou-se uma das formas de contaminação em dois pontos. Um deles (ponto 6), apesar de ser uma galeria de drenagem com canalização de um rio, recebe contaminação do efluente gerado por um lavador de carro. O outro ponto de contaminação (ponto 7) recebe efluentes de alguns laboratórios do Departamento da Engenharia Mecânica - Bloco B.



Figura 5 - Localização dos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 do Trecho 1



Figura 6 - Localização dos pontos 6 e 7 do Trecho 1



Figura 7 - Pontos 1, 2, 3 do Trecho 1



Figura 8 - Pontos 4 (esq.) e 5 (dir.) do Trecho 1



Figura 9 - Ponto 6 (esq.) e 7 (dir.) do Trecho 1

No Bloco B do Departamento da Engenharia Mecânica foram realizados testes com corante nos seguintes laboratórios:

- Laboratório de Caracterização Microestrutural (LCM);
- Laboratório de Materiais (LabMat) – Sala de Polimentos;
- Núcleo de Pesquisas em Materiais Cerâmicos e Compósitos (Cermat);
- Grupo de Materiais Magnéticos (Magma);
- Laboratório de Ciências Térmicas (LabTermo).

Como resultado, observou-se que as pias e alguns aparelhos dos laboratórios citados acima estão ligados na rede de drenagem que despeja no córrego, como pode ser observado nas figuras abaixo. Em algumas imagens é possível observar a coloração azul do efluente em razão do corante utilizado. Esse ponto de drenagem que despeja os efluentes do Departamento de Engenharia Mecânica está localizado entre a Reitoria e o Bloco B da Engenharia Mecânica.

Nessa mesma rede, no dia 08 de julho de 2015 foi verificado o lançamento de um efluente de coloração branca, porém não foi possível identificar sua origem. E no dia 09 de novembro do mesmo ano, foi observado um despejo de coloração marrom (Figura 10).



Figura 10 - Contaminação no Ponto 7 do Trecho 1



Figura 11 - Despejo de efluente do LCM na caixa de passagem da rede pluvial (esq.) e ligação irregular da pia do laboratório na descida pluvial do prédio (dir.).

No LCM foi identificada a ligação de duas pias e dois aparelhos (uma politriz automática e uma embutidora para metalografia) na rede pluvial, como identificado na Figura 12.



Figura 12 - Pia e equipamentos com ligações irregulares na drenagem no LMC



Figura 13 - Pia com ligação irregular do LCM



Figura 14 - Despejo de efluente do LabMat na caixa de passagem da rede pluvial

Na sala de polimento do LabMat (Figura 15), além da pia, também está ligado de forma irregular os aparelhos que realizam o polimento dos materiais.



Figura 15 - Pia e equipamentos para polimento do LabMat



Figura 16 - Despejo do efluente do CERMAT



Figura 17 - Pias das salas do CERMAT ligadas na rede de drenagem

Tubulação que
direciona o
efluente do
Laboratório
Magma para a
rede de
drenagem



Figura 18 - Despejo do efluente do Magma na rede de drenagem



Figura 19 - Pia do Magma ligada de forma irregular na rede de drenagem



Figura 20 - Despejo do efluente do LabTermo



Figura 21 - Pia do LabTermo

TRECHO 02

Foram localizados seis pontos no trecho entre o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e a Rua Delfino Conti. Entre esses, encontrou-se irregularidades em dois deles, ambos por contaminação de efluente de um lavador de carro (Ponto 8 e 9).

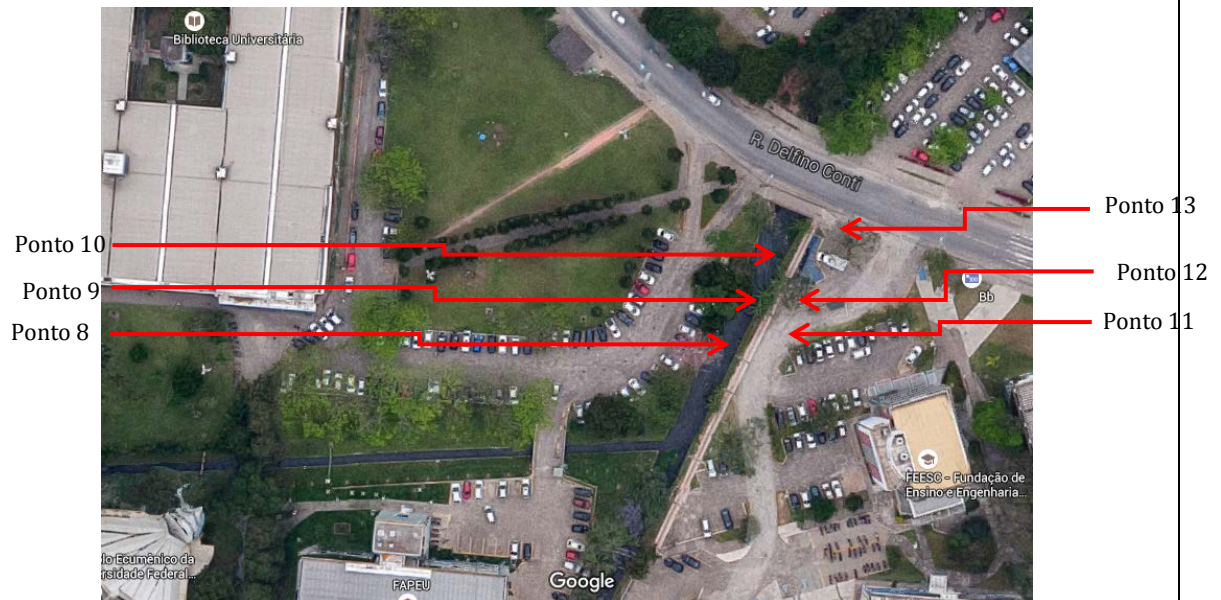


Figura 22 - Localização dos pontos 7 à 12 do Trecho 2



Figura 23 - Pontos 8 (esq.) e 10 (dir.) do Trecho 2



Figura 24 - Pontos 9 (esq.) e 11(dir.) do Trecho 2

Ponto 12



Figura 25 - Pontos 12 (esq.) e 13 (dir.) do Trecho 2

TRECHO 03

Foram localizados três pontos. Nesse trecho há um lavador de carros situado no estacionamento do Centro de Ciências da Saúde (CCS), que apesar de não ter boca de lobo próximo e por consequência não descarregar em nenhuma rede de drenagem, lança o efluente no córrego através de duas calhas (Figura 27).

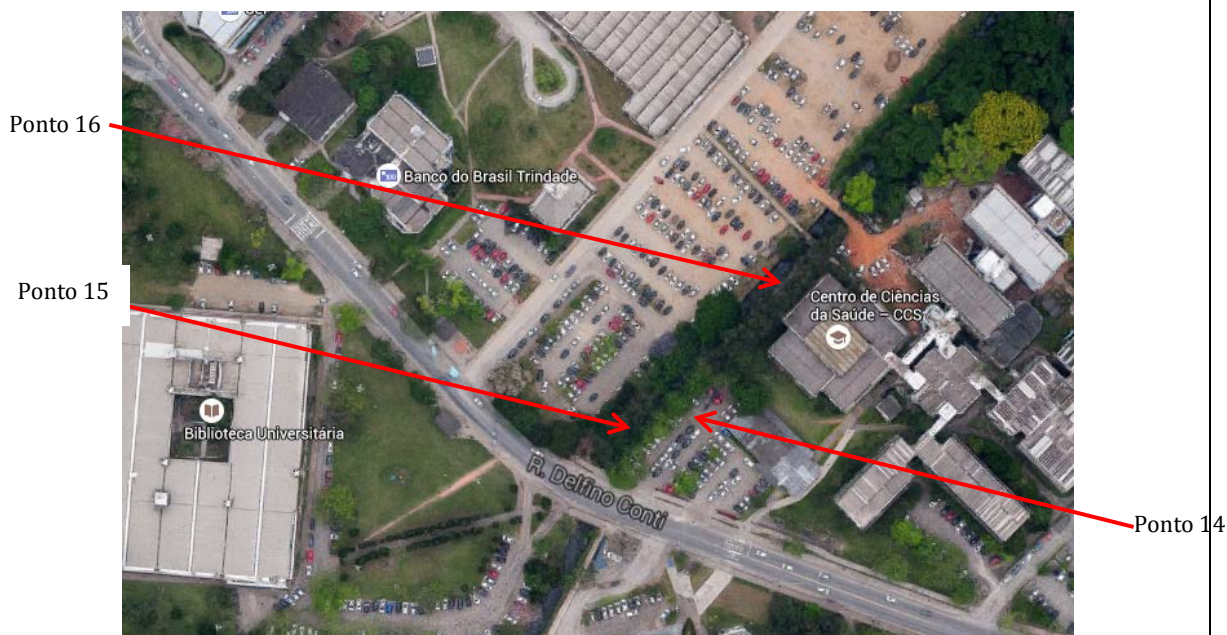


Figura 26 - Localização dos pontos 14 à 16 do Trecho 3



Figura 27 - Ponto 14, calhas com contribuição dos lavadores (esq.) e ponto 16 (dir.) do Trecho 3

Ponto 15



Figura 28 - Ponto 15 do Trecho 3

TRECHO 04

Neste trecho não foi identificado nenhum ponto aparentemente irregular.

TRECHO 05

No trecho que percorre o córrego a partir da Biblioteca Universitária (BU) seguindo o sentido do Bloco Espaço Físico Integrado (EFI) foram encontrados 17 pontos (Figura 29).

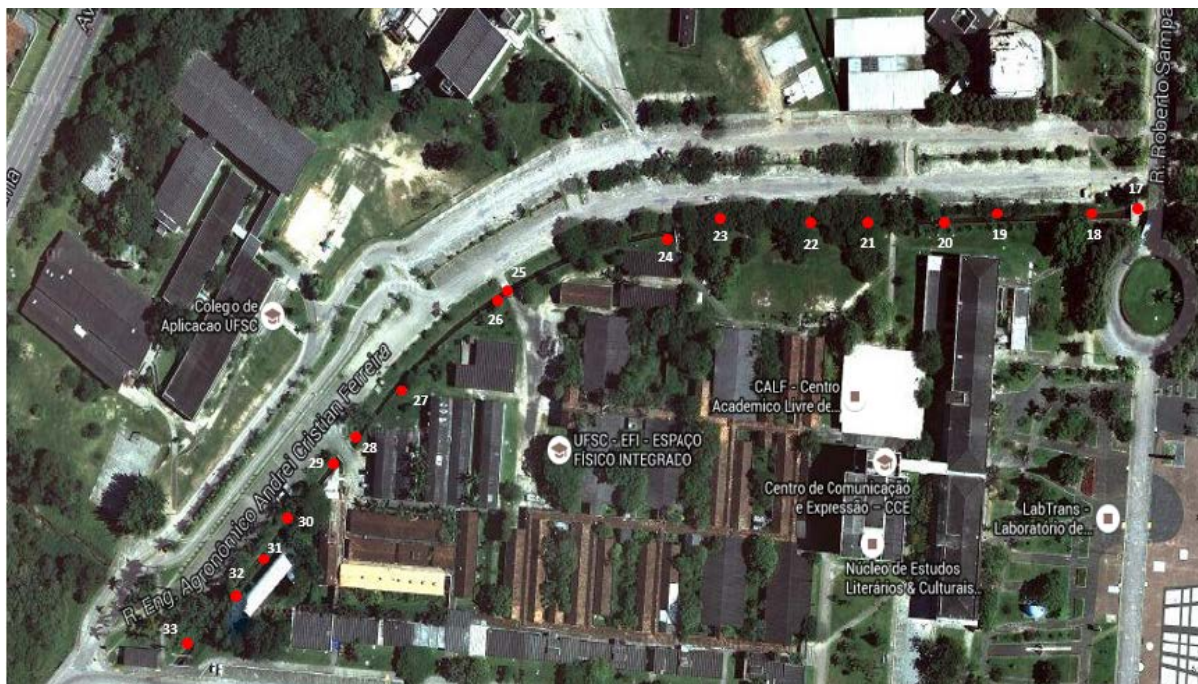


Figura 29 - Localização dos pontos 17 a 33 no Trecho 5



Figura 30 - Pontos 17 (esq.) e 18 (dir.) do Trecho 5



Figura 31 - Pontos 19 (esq.) e 20 (dir.) do Trecho 5



Figura 32 - Pontos 21 (esq.) e 22 (dir.) do Trecho 5



Figura 33 - Pontos 23 (esq.) e 24 (dir.) do Trecho 5



Figura 34 - Pontos 25 (esq.) e 26 (dir.) do Trecho 5



Ponto 28 –
Na foto não é
possível
visualizar o
ponto devido
a quantidade
de vegetação

Figura 35 - Pontos 27 (esq.) e 28 (dir.) do Trecho 5



Figura 36 - Pontos 29 (esq.) e 30 (dir.) do Trecho 5



Figura 37 - Pontos 31 (esq.) e 32 (dir.) do Trecho 5



Figura 38 - Ponto 33 do Trecho 5

TRECHO 06

No trecho 6 que corresponde ao córrego que passa entre o Centro de Ciências Físicas e Matemáticas (CFM) e o Centro de Ciências Jurídicas (CCJ) foram encontrados dois pontos (Figura 39).

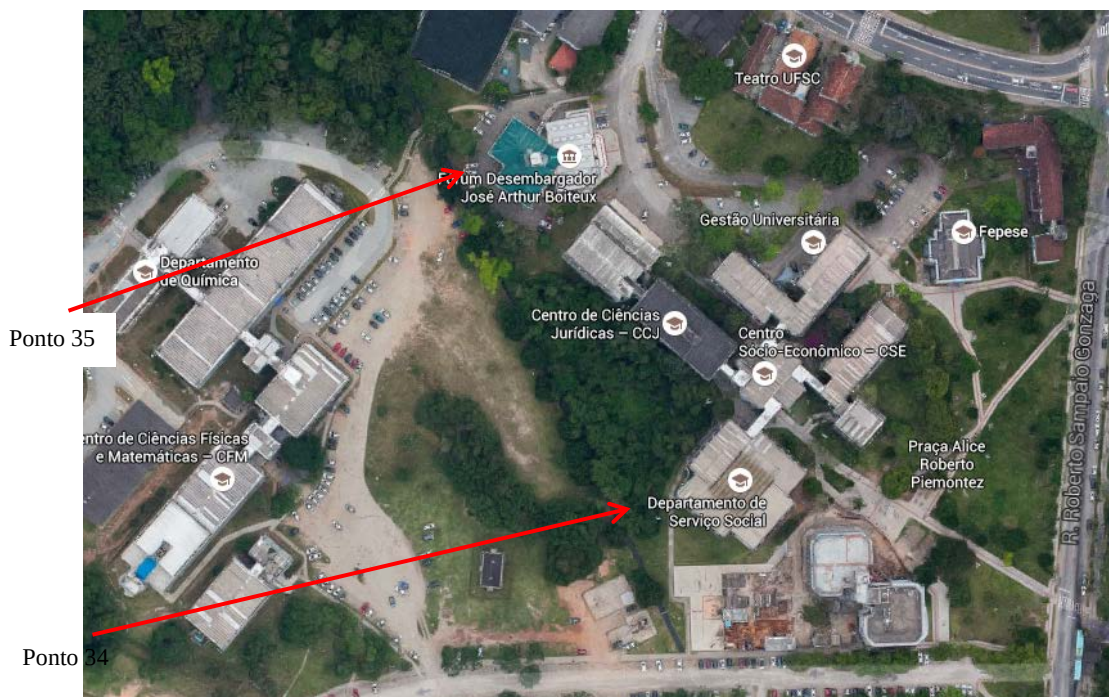


Figura 39 - Localização dos pontos 34 e 35 no Trecho 6



Figura 40 - Pontos 34 (esq.) e 35 (dir.) do Trecho 6

TRECHO 07

Neste trecho foram localizados quatro pontos, todos eles ao lado do Departamento de Engenharia Civil, como pode ser observado na Figura 41. Nos quatro pontos, acredita-se que o efluente não tenha origem pluvial devido à baixa vazão que escoam neles. Em especial, para os pontos 36, 37 e 39 suspeita-se que seja uma ligação irregular relacionada ao prédio da civil.

Ponto 36



Figura 41 - Pontos 36 (esq.) e 37 (dir.) do Trecho 7

Ponto 38



Figura 42 - Ponto 38 (esq.) e 39 (dir.) do Trecho 7

PARTE 2: PRIMEIRO MONITORAMENTO PARA CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS

METODOLOGIA

Após reunião com os orientadores, foi discutido a necessidade de um monitoramento dos pontos devido à dificuldade da localização da origem dos efluentes lançados e também para obter maior consistência dos diagnósticos feitos. Dessa forma, o córrego foi dividido em trechos e monitorado semanalmente durante o prazo de aproximadamente 2 (dois) meses, com o intuito de observar quais seriam os pontos que constantemente estariam escoando independente das precipitações, e assim, dar uma maior ênfase nos pontos suspeitos, de forma a avaliar qual a causa do escoamento em dias secos. No monitoramento, os pontos foram avaliados em dias secos e chuvosos para caracterizar quais tubulações possuíam contribuição da chuva, pois em casos em que não houve alteração, a chance de se ter uma contaminação aumenta.

O monitoramento foi avaliado considerando 6 condições de escoamento de água conforme a Quadro 1. Também são apresentadas algumas fotografias (Figura 43 a 48) que representam as condições de escoamento.

CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO	REPRESENTAÇÃO
Sem escoamento	Tubulação seca
Pingando	Efluente caindo por gotas
Filete	Fio do líquido
Contínuo	Fina lâmina
Contínuo alto	Lâmina mais expressiva
Curso d'água	Grande volume de efluente

Quadro 1 - Condições de escoamento



Figura 43 - Condição de escoamento: seco



Figura 44 - Condição de escoamento: pingando



Figura 45 - Condição de escoamento: filete



Figura 46 - Condição de escoamento: contínuo



Figura 47- Condição de escoamento: contínuo alto



Figura 48 - Condição de escoamento: curso d'água

RESULTADOS

Dentro de um período de aproximadamente dois meses, os bolsistas realizaram saídas de campo duas vezes por semana para caracterizar as redes de drenagem quanto à quantidade de água escoada e relaciona-la com as condições do tempo do dia.

As planilhas de monitoramento que deram origem aos resultados abaixo seguem como Apêndice A, B, C e D. É importante ressaltar que os pontos 4 e 38 referentes aos Trechos 1 e 7 respectivamente, foram identificados após o monitoramento, por isso não constam nas planilhas. O estudo das informações obtidas com o monitoramento resultou na classificação dos pontos em cinco grupos como podem ser observados abaixo.

Pontos eliminados

São pontos que foram eliminados das análises após a comprovação de que eles permaneceram totalmente secos durante os dois meses de monitoramento. Esses pontos são: 1, 11, 22 e 23.

Ponto de drenagem

São pontos de rede de drenagem que transportam águas pluviais até um corpo d'água mais próximo. Esses pontos se caracterizam por variar a vazão escoada de acordo com a precipitação. Foram identificados como drenagem os pontos 17, 18, 21, 26 e 29.

Contaminação encontrada

São pontos que após a realização dos testes com corantes e do monitoramento foi encontrada uma das origens da contaminação. Esses pontos foram adicionados no relatório, considerados como encerrados nos diagnósticos e listados para futuras correções na UFSC devido às irregularidades. Correspondem aos pontos 6, 7, 8 e 9. Apesar do ponto 6 corresponder a uma canalização de curso d'água, foi identificado uma contaminação com origem de um lavador de carro.

Curso d'água

São os pontos que correspondem a cursos d'água canalizados. Decidiu-se adiar a investigação desses pontos, já que suas características dificultam a identificação de contaminação, uma vez que a maior vazão pode diluir e mascarar a cor e cheiro de possíveis efluentes lançados nesse curso. Além disso, a origem desses cursos fora da universidade podem representar contaminações que não seria possível investigar. Através do monitoramento, foram identificados como curso d'água os seguintes pontos: 5, 13, 32 e 33.

Pontos Suspeitos

Para os pontos 2, 3, 4, 10, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 36, 37, 38 e 39, não foi identificado nenhuma contaminação, mas também não é possível descartá-los, pois de acordo com o monitoramento esses pontos deixam dúvidas e incertezas quanto à origem das águas escoadas. Dessa forma decidiu-se continuar com a investigação a esses pontos. Vale ressaltar que nos pontos 12 e 28 o monitoramento foi prejudicado, pois esses pontos estavam cobertos pela vegetação. Quanto a isso, já foi feito o pedido para a limpeza do córrego.

DEMAIS CENÁRIOS SUSPEITOS

Além desses pontos especificados, registraram-se quatro cenários de possíveis contaminações. O primeiro (Figura 49 esquerda) é a existência de uma tubulação de material PVC, lançando efluente em uma boca de lobo. Após testes, comprovou-se que o efluente tem origem de um lavador de carros, localizado próximo a ligação.

O segundo cenário (Figura 49 direita) mostra a contaminação do curso d'água com efluente de lavação de carros – é possível perceber a presença de espuma no córrego. Esse cenário localizado, no estacionamento em frente ao Colégio Aplicação, também pode ser observado em outros locais, onde o efluente dos lavadores escoza pela superfície, e é direcionado ao córrego, sem entrar em nenhuma rede de drenagem.



Figura 49 - Obra CCB (esq.) e efluente lavação de carros (dir.)

O outro cenário localizado no Trecho 07 é referente à obra de ligação entre os blocos A e B do Departamento de Engenharia Civil. Em atividades de investigação, os bolsistas identificaram uma irregularidade no tratamento do efluente gerado na obra (Figura 50 esquerda), na qual o sumidouro estava extravasando para a rua.

Após contato com o setor de manutenção da UFSC, o mesmo solicitou ao responsável da obra que as devidas correções fossem feitas. No dia 07/10, foi feita a verificação da situação pelos bolsistas diretamente com o engenheiro, que mostrou um novo tratamento de efluentes doméstico locado na obra o qual direciona para o córrego o efluente após o tratamento. A princípio não se sabe a eficácia desse tratamento e também se foi pedido autorização a Vigilância Sanitária quanto ao uso do córrego para essa finalidade. Em relação ao lavatório do Colégio Aplicação (Figura 50 direita), a saída está direcionada para uma caixa pluvial.



Figura 50 - Obra de ligação dos prédios da civil (esq.) e lavatório do Colégio Aplicação (dir.)

CONCLUSÕES

Uma das origens da poluição dos córregos é referente aos diversos lavadores de carros instalados nos estacionamentos do campus, que lançam uma grande quantidade de efluente com detergente e outros produtos químicos. De acordo com o cadastro da UFSC, existem 32 lavadores de carros espalhados pela universidade. Considerando a questão social, relacionada à necessidade da renda dos lavadores e também pelo fato de que a própria universidade cedeu o espaço e a possibilidade do serviço, a retirada dos lavadores pode ser uma medida inviável. Assim, sugere-se o estabelecimento de uma área estanque que direcione todo o efluente gerado para o sistema de coleta de esgotos da CASAN.

Como resultado do monitoramento, do total de 39 pontos foi possível a eliminação de 13 pontos, por comprovação da existência ou não de contaminação. Para os 4 pontos denominados como Cursos D'água, devido a maior dificuldade de identificação de possíveis contaminações, os testes e estudos nesses pontos são adiados para dar prioridade para os casos que exijam maior necessidade e facilidade de identificação. Os 20 pontos restantes não obtiveram relação da vazão escoada com a precipitação, levantando assim suspeitas da existência de contaminação. Apesar disso, na realização dos testes com corante não foi possível essa comprovação, dessa forma esses pontos foram classificados como suspeitos. Nesses pontos a investigação deve continuar até que se encontre o motivo e a origem do escoamento.

Em relação às informações extraídas dos diagnósticos e do monitoramento, será elaborada uma rotina de testes e investigações mais aprofundadas para os pontos suspeitos utilizando a metodologia anterior já citada (uso de plantas hidrossanitárias, corantes e monitoramento).

PARTE 3: SEGUNDO MONITORAMENTO PARA INVESTIGAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE LANÇAMENTO

Após a identificação e classificação dos pontos de lançamento, selecionou-se alguns pontos que foram considerados, pela equipa de bolsistas e professores, como críticos, em razão do seu escoamento, presença de cor, odor, ou alguma outra característica semelhante a efluente de esgoto doméstico.

Neste segundo monitoramento foram avaliados 5 pontos durante um período de um mês. Esses pontos localizam-se no trecho entre as quadras de esportes da UFSC e o Centro de Eventos (Trecho 1), como pode ser observado na Figura 51. Vale ressaltar que o ponto 4.1 e 4.2 não havia sido identificado no primeiro monitoramento.

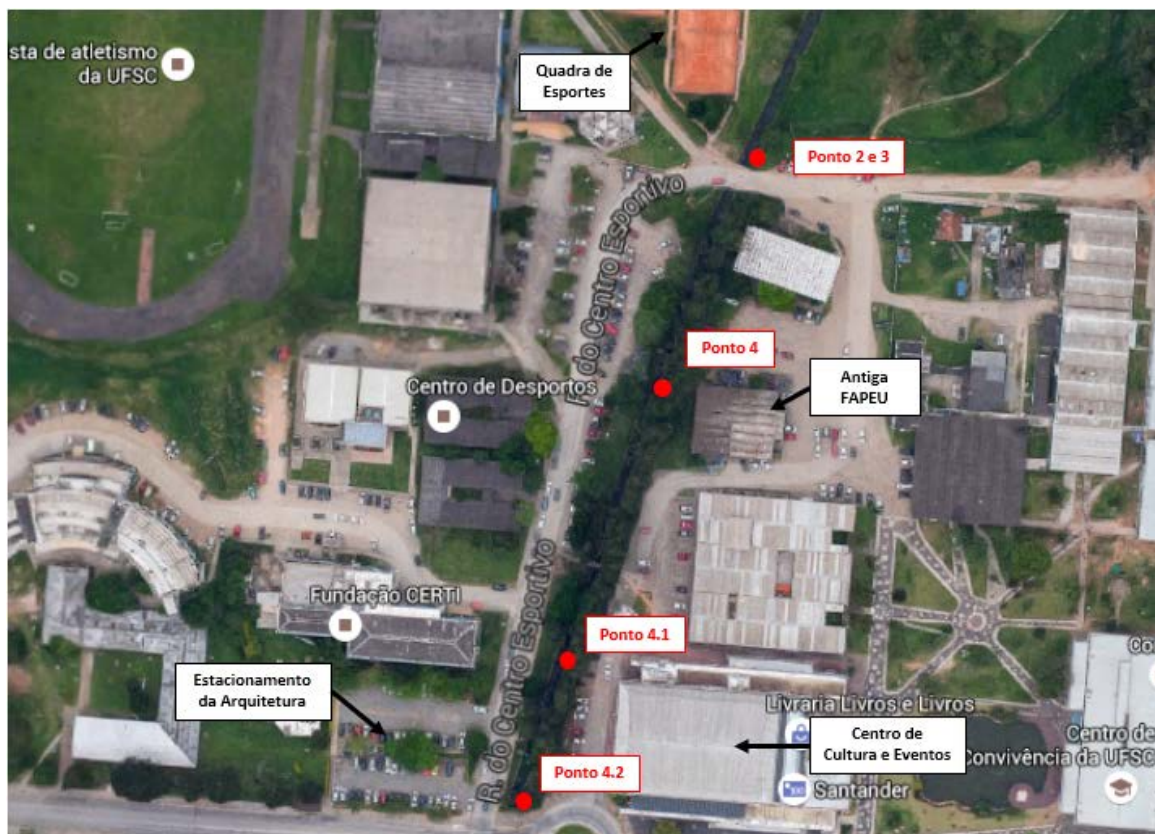


Figura 51 - Trecho onde foi realizado o segundo monitoramento



Figura 52 - Ponto 2 e 3 do segundo monitoramento



Figura 53 - Ponto 4



Figura 54 - Ponto 4.1



Figura 55 – Ponto 4.2

Como resultado do monitoramento, observou-se que, com exceção do ponto 2, todos os demais tiveram escoamento todos os dias. Em alguns casos foi possível identificar a presença de espuma, cor e odor. Outro cenário importante é que, durante o monitoramento do dia 22 de março, o ponto 3 apresentou momentos sem e outros com escoamento em um curto período de tempo (aproximadamente 5 minutos). Somando as informações de precipitação a esse monitoramento, verificando que não há relação entre os dias de estiagem e o escoamento dos pontos, conclui-se que aumenta a possibilidade de ser uma contaminação e não apenas uma drenagem pluvial.

PONTOS EXTRAS NÃO MONITORADOS

Além desses 5 pontos monitorados, outros dois pontos merecem atenção. Apesar de não ter sido realizado o acompanhamento semanal, foi observado em diferentes dias uma tubulação localizada entre o ponto 4 e 5, lançando efluente em dias secos no córrego (Figura 56).



Figura 56 - Ponto suspeito de contaminação

O outro ponto, identificado em outros estudos como uma canalização de um curso d'água que recebe contaminação por efluente de lavadores de carro, obteve um aumento considerável do fluxo após a execução de uma obra realizada na margem do córrego. Tal fato pode ser observado na Figura 57, na qual a imagem "a" foi tirada no dia 7 de outubro (antes da obra), a imagem "b" foi observada no dia 21 de março (logo após a obra, pode-se observar a terra mexida, uma tubulação de PVC dentro da canalização de 1m de diâmetro de concreto e a parte superior da canalização antiga concretada) e a imagem "c" no dia 4 de abril (após a obra).

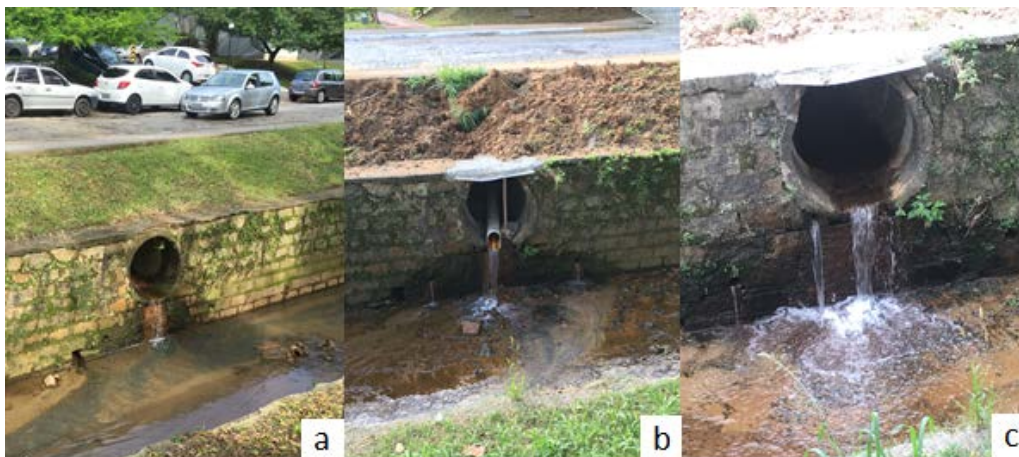


Figura 57 - Obra na canalização do rio



Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório de Acompanhamento de Meta

Junho/2015 – Maio/2016

1. Identificação	
1.1 Nome da Meta	Qualidade da água
1.2 Docentes envolvidos	Maria Eliza Nagel Hassemer e Rejane Helena Ribeiro da Costa
1.3 Alunos bolsistas envolvidos	Bruna Arenhart e Paulo Roberto Lopes Junior
1.4 Técnicos Administrativos envolvidos	Elaine Mitie Nakamura e Murilo Custódio Oselame
1.5 Objetivo	Diagnosticar a qualidade da água dos cursos d'água que atravessam Campus.

2. Detalhamento da Meta	
2.1 Atividades Planejadas	
Atividade	Prazo para conclusão
Definição de parâmetros a serem medidos e intervalo de tempo, preparação dos reagentes para futuras análises em laboratório, montagem da sonda e instruções de como manuseá-la.	Junho/2015 – Julho/2015
37 coletas de amostras de água feitas semanalmente em 7 pontos pré-definidos (9 coletas completas e 26 coletas para medições <i>in loco</i>)	Agosto/2015 – Maio/2016
Análises laboratoriais das amostras coletadas nos 7 pontos	Agosto/2015 – Maio/2016
Tabulação dos resultados obtidos nas análises laboratoriais	Agosto/2015 – Maio/2016
2.2 Estágio da Execução	
Atividade	Resultado
Definição de parâmetros a serem medidos e intervalo de tempo, preparação dos reagentes para futuras análises em laboratório, montagem da sonda e instruções de como manuseá-la.	Sucesso
37 coletas de amostras de água feitas semanalmente em 7 pontos pré-definidos (9 coletas completas e 26 coletas para medições <i>in loco</i>)	9 coletas completas e 21 coletas para medições <i>in loco</i>
Análises laboratoriais das amostras coletadas nos 7 pontos	Sucesso
Tabulação dos resultados obtidos nas análises laboratoriais	Sucesso



2.3 Plano de Trabalho do Próximo trimestre
<i>Atividade</i>
13 Coletas de amostras de água em 7 pontos pré-definidos (3 coletas completas e 10 coletas para medições <i>in loco</i>)
Análises laboratoriais das amostras coletadas nos 7 pontos
Tabulação dos resultados obtidos nas análises laboratoriais
Traçado de tabelas e curvas referentes aos resultados obtidos nas análises de amostras

3. Relato da Execução e Justificativas
Atividades realizadas: Foram efetuadas 30 coletas de amostras de água, em sete pontos pré-definidos ao longo dos córregos do Campus, e respectivas análises laboratoriais. Sendo nove coletas completas para determinação do IQA (Índice de Qualidade da Água) e outras apenas com medidas <i>in loco</i> pela sonda multiparâmetros. Os parâmetros analisados foram: a) na coleta completa: - pH - Oxigênio dissolvido (OD) - Temperatura - Condutividade - Turbidez - Sólidos totais - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - Coliformes totais e fecais - Fósforo total - Amônia - Nitrito - Nitrato - Carbono orgânico total dissolvido (COD) b) nas medidas <i>in loco</i> com a sonda multiparâmetros: - pH - Oxigênio dissolvido (OD) - Temperatura - Condutividade - Turbidez Dificuldades encontradas: A sonda multiparâmetros apresentou problemas relacionados aos sensores de pH, Oxigênio dissolvido (OD), condutividade, amônia e nitrato, comprometendo a leitura e impossibilitando algumas medições. A lâmpada com luz ultravioleta apresentou problemas que comprometeram a leitura de alguns resultados de coliformes totais e fecais. Andamento dos trabalhos: O cronograma de atividades previstas foi parcialmente cumprido, em virtude dos problemas relacionados aos sensores da sonda multiparâmetros.

4. Descrição

No decorrer desse primeiro ano do Projeto de Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima, foram realizadas 9 coletas completas e 21 coletas para medições in loco da água dos córregos, para sua possível classificação, de agosto de 2015 a maio de 2016. Nas medições in loco, realizadas semanalmente, foi utilizada uma sonda multiparâmetros. Já nas coletas completas além da utilização da sonda a água foi coletada e levada para laboratório, onde foram realizadas análises de diversos parâmetros não medidos pela sonda.

Todos os dados coletados durante esse primeiro ano de projeto foram tabulados em uma tabela no Google docs (anexo) para melhor visualização dos resultados. Além disso, para facilitar a posterior análise dos dados foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) com os resultados das coletas mensais.

O IQA foi inicialmente desenvolvido nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. Ele foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Entretanto atualmente ele pode ser utilizado simplesmente para classificar um corpo de água quanto a sua qualidade. Os parâmetros utilizados no seu cálculo são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água.

O IQA é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. A tabela abaixo indica os Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e seus respectivos pesos.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e seus respectivos pesos. (Fonte: ANA, 2004).

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), que é obtido do seu respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração encontrada na água em questão.

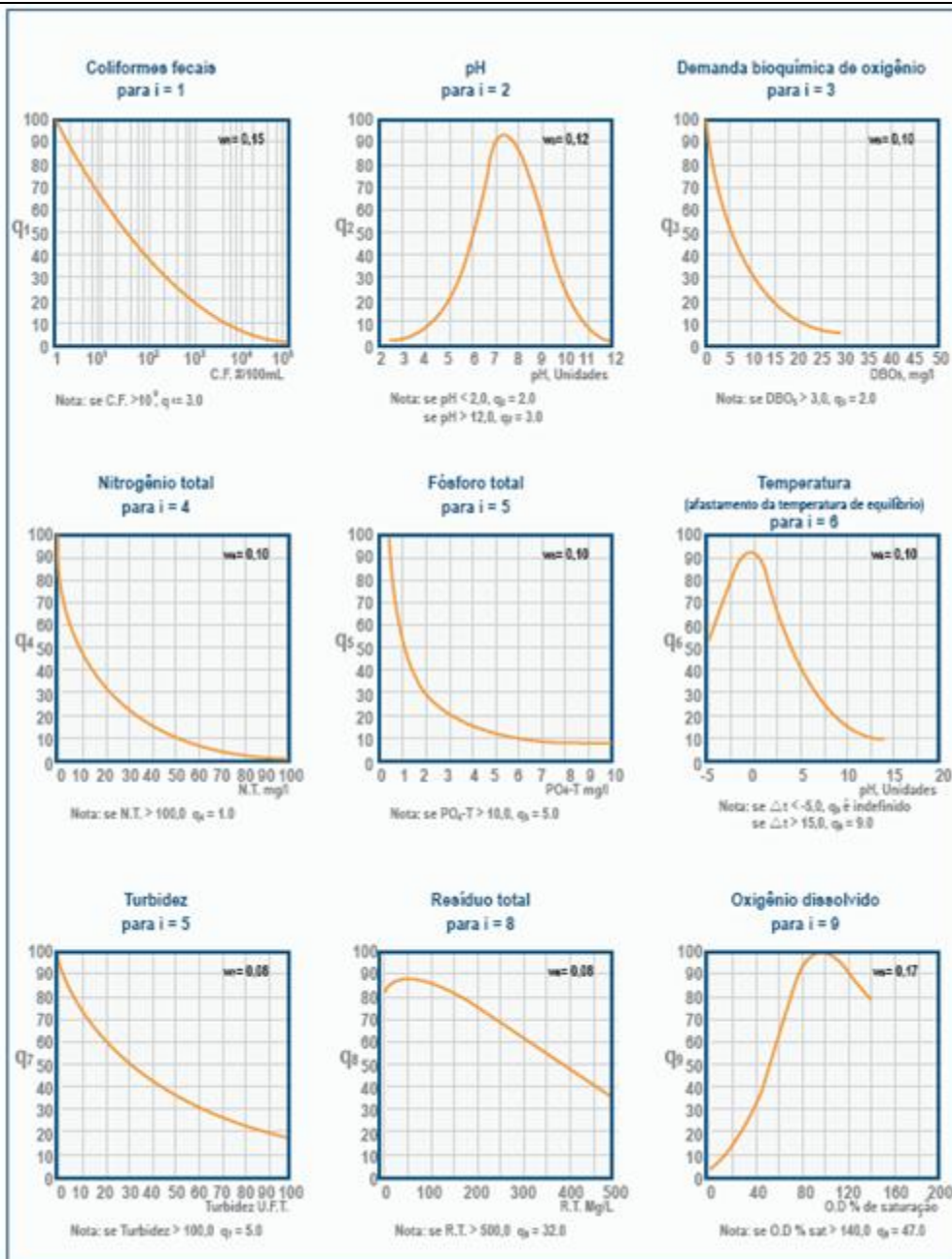


Figura 1: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA. (Fonte: ANA, 2004).

O cálculo do IQA é feito por meio do produto ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade,

em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);
 w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (tabela abaixo).

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima / Muito Ruim

Tabela 2: Classificação do IQA por estados. (Fonte: ANA, 2004).

Como a classificação de Santa Catarina não se encontra na Tabela 2, fornecida pela ANA, foi utilizada nesse projeto a mesma faixa que os estados do Sul do país (RS e PR) utilizam.

As seguir tem-se uma descrição dos Parâmetros utilizados no IQA, e sua importância.

Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido na água é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex: peixes) precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro.

Coliformes termotolerantes

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças) mas sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifóide, cólera).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.



Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})

A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO_{5,20}, num corpo d'água são provocados geralmente causados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

Temperatura da água

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução.

Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

Nitrogênio Total

Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações podem causar uma doença letal para crianças.

Pelo fato dos compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.

Também ocorre a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas algas e bactérias. Além disso, outros processos, tais como a deposição atmosférica pelas águas das chuvas também causam aporte de nitrogênio aos corpos d'água.

Fósforo Total

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas.

Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem

uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

Resíduo Total

O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura.

Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso, podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes.

5. Resultados Analíticos

Os resultados obtidos para o cálculo do IQA estão apresentados na tabela abaixo, os resultados em vermelho indicam uma qualidade muito ruim da água, já os em laranja indicam uma qualidade ruim, de acordo com a tabela de Faixas de IQA - ANA.

Data:	14/09/2015	26/10/2015	23/11/2015	9/12/2015	19/1/2016	23/2/2016	4/4/2016	2/5/2016
Ponto 1 (CCS)	21	28	28	25	18	24	15	24
Ponto 2 (BU)	16	26	24	16	16	24	15	15
Ponto 3 (REI)	41	24	32	33	34	35	31	48
Ponto 4 (ARQ)	43	41	33	36	25	24	34	48
Ponto 5 (CDS)	41	26	24	44	32	31	27	36
Ponto 6 (APL)	18	24	26	20	26	28	23	32
Ponto 7 (CSE)	20	20	18	16	15	17	14	16
Faixas de IQA - ANA Ótima Boa Razoável Ruim Muito Ruim 91 < IQA < 100 71 < IQA < 90 51 < IQA < 70 26 < IQA < 50 0 < IQA < 25								
http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#								

De acordo com os resultados do IQA, todos os pontos amostrados apresentam-se numa condição ruim ou muito ruim, conforme a tabela com as Faixas de IQA obtidas no site da ANA (Agência Nacional de Águas). Os pontos 1, 2, 6 e 7 apresentaram as piores condições durante o tempo monitorado, eles correspondem às nascentes Carvoeira (ponto 6), Serrinha (ponto 7), a junção dos dois (ponto 2) e a exultória da bacia (ponto 1). Vale ressaltar que na Serrinha e na Carvoeira são poucos os locais de rede coletora de esgoto sanitário, sendo o mesmo muitas vezes drenado para a bacia do Campus, contribuindo para a poluição do córrego em questão.



Em relação aos pontos 3 e 4 e 5, correspondentes às nascentes do Bairro Pantanal, embora este bairro possua rede coletora de esgoto, a qualidade da água do córrego ainda apresenta um IQA classificado como ruim.

Em conclusão, a poluição dos córregos da UFSC, em sua maioria, é devida principalmente as contribuições dos bairros adjacentes.

O projeto está em andamento, novos resultados serão apresentados das análises que ainda serão realizadas, e que posteriormente serão mostrados na forma de gráficos em relação a média de todos os parâmetros analisados.

6. Anexo

Os dados analíticos, obtidos durante as análises semanais e mensais, encontram-se em uma tabela que pode ser acessada pelo link abaixo:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1CQanaghg3FDRQK5a8Nb06nrP85Us8aALXY7ReOcrVYE/edit?usp=sharing>

OBS.: A tabela em questão não foi anexada devido a sua grande extensão de dados, tornando inviável sua leitura.

7. Bibliografia

Agência Nacional de Águas. Índice de Qualidades das Águas. Disponível em:
< <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#> > . Acessado em: 19/02/2016.



Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório de Acompanhamento de Meta

Junho/2015 – Maio/2016

1. Identificação	
1.1 Nome da Meta	Monitoramento hidrológico
1.2 Docentes envolvidos	Cesar Pompêo, Nadia Bonumá, Pedro Chaffe
1.3 Número de alunos bolsistas envolvidos	3
1.1. Objetivos	
Realizar monitoramento de precipitações pluviométricas, vazão de cursos d'água e turbidez da água utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência.	

2. Detalhamento da Meta	
2.1 Atividades Planejadas	
Atividade	Prazo para conclusão
Acompanhar a retirada de excesso de sedimentos dos canais.	31/1/2016
Implantar rede de sensores sem fios para monitoramento pluviométrico, de vazão de cursos d'água e de turbidez de água.	
Definir as seções de monitoramento	30/6/2015
Instalar referências de nível	31/7/2015
Instalar réguas linimétricas nas seções de monitoramento	31/8/2015
Determinar as seções transversais dos canais nas seções de monitoramento	31/10/2015
Definir características dos sensores a serem instalados	31/8/2015
Adquirir sensores de nível e de turbidez	31/10/2015
Elaborar projetos de infraestrutura para instalação de sensores	31/10/2015
Realizar levantamento de preços e acompanhar contratação dos serviços de instalação de infraestrutura para sensores	31/12/2015
Realizar instalações de infraestrutura para sensores	31/1/2016
Instalar sensores de pressão e ultrassônico	28/2/2016



Configurar a integração dos sensores na rede de monitoramento e iniciar operação experimental do sistema.	28/2/2016
Realizar calibração de pluviômetros cedidos pela EPAGRI	31/1/2016
Monitorar descargas e turbidez nos cursos d'água	
Definir agenda e realizar limpeza periódica dos sensores.	28/2/2016
Disponibilizar on line as informações em tempo real.	31/3/2016
Determinar curva-chave para cada ponto de monitoramento.	
Definir agenda e iniciar campanhas de medições periódicas do nível de água e descarga em cada local de monitoramento.	28/2/2016
Realizar medições periódicas do nível de água e descarga em cada seção de monitoramento.	30/11/2016

2.2 Estágio da Execução

<i>Atividade</i>	<i>Resultado</i>
Acompanhar a retirada de excesso de sedimentos dos canais.	Sucesso
Implantar rede de sensores sem fios para monitoramento pluviométrico, de vazão de cursos d'água e de turbidez de água.	
Definir as seções de monitoramento	Sucesso
Instalar referências de nível	Sucesso
Instalar régua linimétrica nas seções de monitoramento	Sucesso
Determinar as seções transversais dos canais nas seções de monitoramento	Sucesso
Definir características dos sensores a serem instalados	Sucesso
Adquirir sensores de nível e de turbidez	Em andamento
Elaborar projetos de infraestrutura para instalação de sensores	Sucesso
Realizar levantamento de preços e acompanhar contratação dos serviços de instalação de infraestrutura para sensores	Sucesso
Realizar instalações de infraestrutura para sensores	Sucesso
Instalar sensores de pressão e ultrassônico	Atrasada
Configurar a integração dos sensores na rede de monitoramento e iniciar operação experimental do sistema.	Atrasada
Monitorar descargas e turbidez nos cursos d'água	
Avaliar necessidades de rearranjos quanto a transmissão.	Atrasada
Definir agenda e realizar limpeza periódica dos sensores.	Atrasada
Disponibilizar on line as informações em tempo real.	Atrasada

Determinar curva-chave para cada ponto de monitoramento.	
Definir agenda e iniciar campanhas de medições periódicas do nível de água e descarga em cada local de monitoramento.	Sucesso
Realizar medições periódicas do nível de água e descarga em cada seção de monitoramento.	Em andamento
2.3 Plano de Trabalho do Próximo trimestre	
<i>Atividade</i>	
Monitorar descargas e turbidez nos cursos d'água com disponibilização dos resultados on line.	
Continuar as medições periódicas do nível de água e descarga em cada seção de monitoramento.	

3. Relato da Execução e Justificativas
Atividade: Acompanhar a retirada de excesso de sedimentos dos canais. A retirada de excesso de sedimentos dos canais dos cursos d'água nos limites do Campus é atividade delegada pela Prefeitura Municipal de Florianópolis à administração da UFSC. Sua necessidade encontra-se estabelecida a partir dos riscos de transbordamento dos cursos d'água decorrente de eventos chuvosos de média severidade, em função do comprometimento da seção útil para escoamento por sedimentos depositados em seu fundo. Em diversos trechos dos cursos d'água ocorre maior deposição de sedimentos seja em decorrência de mudanças de regime do escoamento, da pequena declividade longitudinal ou de baixos valores das descargas em períodos de estiagem, situações nas quais a velocidade do escoamento é insuficiente para promover o transporte dos sedimentos. Além disso, a ausência de remoção dos sedimentos favorece a germinação de sementes trazidas pela água e a consequente fixação de vegetação em locais de maiores depósitos, constituindo, desta forma, barreiras interpostas ao escoamento. A remoção de excesso de sedimentos dos canais dos cursos d'água de forma manual pode ser realizada quando a frequência desta atividade é elevada e, conseqüentemente ocorre depósitos de pequenos volumes. Ainda assim, é atividade laboriosa porque realizada em condições desfavoráveis, já que os volumes retirados, além de possuírem elevado peso específico, pelo acréscimo de água, necessitam ser transpostos acima das margens. É mais comum a retirada de sedimentos de forma mecânica e, particularmente no caso do revestimento do fundo dos canais em concreto, com emprego de pequenos tratores capazes de percorrer a extensão do curso d'água, realizando um processo de raspagem e elevação dos sedimentos retirados com emprego pá-carregadeira. A retirada de excesso de sedimentos dos canais dos cursos d'água nos limites do Campus foi realizada durante o mês de janeiro de 2016 por empresa contratada diretamente pela administração da UFSC. Diversos aspectos observados durante este processo merecem ser comentados: • Em alguns trechos havia grandes depósitos de sedimentos, num dos quais a altura se aproximava dos 80cm, em decorrência da baixa frequência da realização deste tipo de atividade. • Diversos trechos do fundo dos cursos d'água que foram canalizados em concreto necessitam recuperação, uma vez que o concreto encontra-se rompido em decorrência de desgaste natural e de efeitos de subpressão. Os fragmentos do concreto em grandes volumes não foram retirados e, por se

constituírem barreiras ao livre escoamento da água, favorecem a deposição de sedimentos nos locais onde se encontram.

- Alguns trechos dos taludes dos cursos d'água canalizados apresentam grande deterioração e, em algumas situações encontram-se completamente desmoronados, como se observa na área do Centro de Ciências dos Desportos próximo à piscina. Esta degradação possui duas origens: a infiltração do escoamento superficial direto entre o talude e o revestimento, favorecendo sua fragilização, a drenagem de áreas adjacentes realizada sem planejamento e a própria ausência de reparos e manutenção nestes revestimentos, Figura 1.
- No momento da elaboração do presente relatório é possível observar a formação de novos depósitos de sedimentos, decorrentes de processos erosivos ou da mobilização de restos de construção civil e outros materiais depositados irregularmente em vários locais das margens dos cursos d'água na área do Campus. Alguns destes depósitos estão rapidamente adquirindo maiores volumes.

Estas observações devem ser consideradas um alerta à administração da UFSC quanto à necessidade de discussão de uma agenda de ações de manutenção dos canais revestidos, da remoção de sedimentos e de medidas a serem adotadas para revitalização dos cursos d'água.



Figura 1. Local de confluência ao rio do Meio próximo à editora da UFSC; a montante deste local ocorreu grande desmoronamento dos taludes em julho de 2015.

Atividade: Implantar rede de sensores sem fios para monitoramento pluviométrico, de vazão de cursos d'água e de turbidez de água

Esta atividade envolve diversas tarefas articuladas e encontra-se em atraso frente ao cronograma inicial.

A **definição das seções de monitoramento** foi realizada preliminarmente durante a elaboração do projeto, considerando critérios hidrológicos e simultaneamente de controle para a avaliação da qualidade da água. Nos primeiros dias das atividades do projeto os professores da equipe, tanto da área da hidrologia como de qualidade da água, realizaram avaliação dos locais 9 locais anteriormente escolhidos. O monitoramento em uma seção de curso d'água foi considerado desnecessário por redundância e um ponto localizado fora do Campus foi excluído em decorrência da insegurança para instalação de instrumentos. Desta forma, foram definidos 7 pontos para monitoramento, nos quais previu-se instalação de referências

de nível, réguas linimétricas e infraestrutura para colocação de sensores e sistema de coleta e transmissão de dados. A inclusão de outros pontos para monitoramento poderá ser ainda considerada durante a execução do projeto.

Para **instalação das referências de nível (RN)**, foram escolhidos locais sem trânsito de pessoas ou de fácil deterioração. A atividade foi concluída no dia 31 de agosto de 2015, sendo utilizados cilindros de concreto fixados ao solo. Posteriormente, estes RNs foram pintados e com auxílio de GPS georreferenciado determinou-se a exata localização e altitude de todos os RN. A partir destas informações iniciou-se o levantamento da seção transversal de cada ponto de monitoramento. Com o emprego de uma Estação Total, está sendo realizado levantamento georreferenciando da seções dos canais dos cursos d'água e suas áreas adjacentes, a cada, aproximadamente, 50 metros. Cada seção é referenciada de 50 em 50 centímetros, obtendo-se suas coordenadas e altitude.

Os dados obtidos, complementados por informações precisas geometria das seções transversais e declividade de fundo dos trechos, se destinam à realização de estudos de modelagem química, hidráulica, estudos hidrológicos e sedimentológicos etc.

A Figura 2 apresenta um exemplo do processo de instalação de RN, com o cilindro em concreto instalado, também com uso de concreto em cavidade no solo. As Figuras 3 e 4 mostram os RN já instalados nos pontos de monitoramento 3 e 5, respectivamente.



Figura 2. Instalação de RN no ponto de monitoramento número 1.



Figura 3. RN instalado no ponto de monitoramento número 3.



Figura 4. RN instalado no ponto de monitoramento número 5.

A **instalação das réguas linimétricas** concluiu-se em dezembro de 2015. O número de réguas em cada local foi determinado em função das dimensões da calha e dos níveis conhecidos da lâmina de água. As réguas linimétricas em alumínio encontram-se fixadas em suportes de aço galvanizado parafusados às paredes de pedra argamassada com sistema Parabolt, parafusos e arruelas de inox. O Quadro 1 e a Figura 5 apresentam as localizações da réguas linimétricas.

Ainda que houvesse previsão de instalações em 7 seções dos cursos d'água, uma delas, ponto P4, não recebeu réguas em decorrência de dificuldades de instalação e futura manutenção, sendo temporariamente retirada do planejamento. Além da dificuldade para afixar as réguas no local, se faz necessária remoção muito frequente da vegetação que cresce consideravelmente, favorecida pela presença de nutrientes provenientes do esgoto presente no curso d'água, Figura 6. É também preocupante a ocorrência confirmada de cobras no local.



P1



P2



P3



P5



P6



P7

Figura 5. Localização das réguas linimétricas.

Quadro 1. Descrição da localização das réguas linimétricas.

Ponto	Localização
1	Rio do Meio, próximo ao Centro de Ciências da Saúde
2	Rio do Meio, próximo à Biblioteca Universitária
3	Rio do Meio, próximo ao Centro de Eventos
4	Afluente do rio do Meio, atrás do Depto de Arquitetura (a instalar)
5	Rio do Meio, próximo ao Centro de Desportos
6	Afluente do rio do Meio, próximo ao Colégio Aplicação
7	Afluente do rio do Meio, ao lado de ponte no estacionamento do Centro Sócio Econômico



Figura 6. Ponto de monitoramento número 4.

A determinação das seções transversais dos canais nas seções de monitoramento é uma atividade

permanente durante o processo de levantamento de dados para curva-chave, tendo sido iniciada em janeiro de 2016 após a remoção do excesso de sedimentos das calhas dos cursos d'água. Cada seção é determinada com medidas tomadas a intervalos de 20cm, a partir do plano de visão do nível eletrônico até o leito do canal, conforme observado na Figura 7. Como exemplo é apresentado na Figura 8 o perfil da seção no ponto P2.



Figura 7. Bolsistas do projeto determinando a seção do canal e da área de inundação no ponto P2

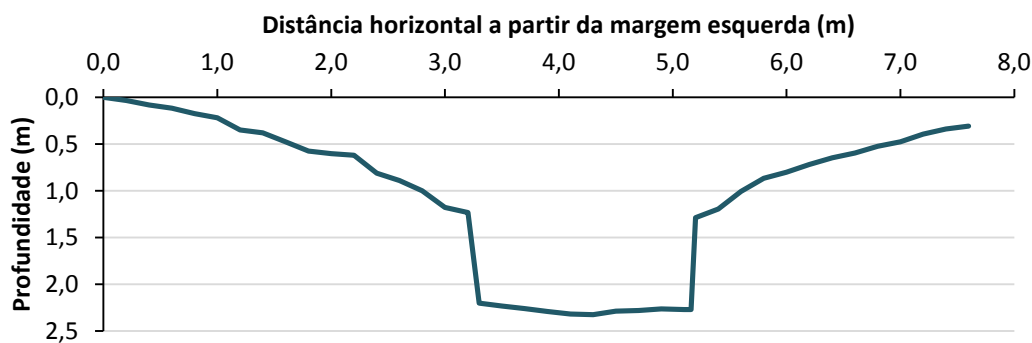


Figura 8. Seção transversal do canal no ponto de monitoramento P2.

A **definição das características dos sensores** foi realizada entre outubro e dezembro de 2015. O tempo dispendido para estabelecimento dos sensores deveu-se à diferentes especificações disponíveis no mercado nacional e as restrições quanto aos valores envolvidos por se tratar de material importado.

Sensores de nível para operação submersa são empregados em 6 locais de monitoramento, podendo ser do tipo resistivo ou capacitivo. Foram escolhidos sensores de nível capacitivos em função da presença de esgotos no escoamento em todos os cursos d'água e também da forte presença de sedimentos que podem comprometer e danificar permanentemente os sensores. Um sensor de nível do tipo ultrassônico foi previsto em um único ponto, em decorrência da existência de ponte para fixação do mesmo.

A definição dos sensores de turbidez levou mais tempo por ser muito criteriosa. As empresas presentes no mercado nacional geralmente comercializam este tipo sensor para instalação em cursos d'água profundos, sendo raramente empregados na situação encontrada no Campus da UFSC que apresenta pequena lâmina d'água na maior parte do tempo, na qual pode haver problemas com o sensor por soterramento em algum evento chuvoso decorrente de forte aporte de sedimentos. A alternativa encontrada foi considerar que as

medidas de turbidez devam se iniciar com o escoamento 15 cm acima do nível d'água mínimo; desta forma, o sensor permanece sem realizar medições em períodos de ausência de chuvas ou quando o nível estiver abaixo do nível das instalações, uma vez que o interesse é avaliar a turbidez durante eventos chuvosos. Em períodos secos é prevista medição de turbidez isoladamente em cada um dos pontos com auxílio de equipamento móvel, uma sonda multiparâmetros.

O processo de **aquisição dos sensores** de pressão foi concluído em março de 2015, entretanto os sensores, embora adquiridos no mercado nacional, são manufaturados no exterior, sendo entregues apenas no mês de junho. Para aquisição dos sensores de turbidez optou-se por realizar importação direta, em função dos custos encontrados no mercado nacional. A compra encontra-se a cargo da fundação que administra o projeto e ainda não foi concluída.

A elaboração dos projetos de infraestrutura para instalação de sensores de nível e de turbidez, bem como da instrumentação eletrônica para coleta, registro e transmissão de dados foi concluída em dezembro de 2015 e em janeiro e fevereiro de 2016 foi realizado **levantamento de preços dos serviços de instalação**.

A realização das instalações da infraestrutura propriamente dita ocorreu somente nos meses de abril e maio. Ainda não foi avaliada a necessidade de estabelecimento de proteção especial aos equipamentos já que os sensores são acondicionados em tubos de acesso e o sistema eletrônico em caixa metálica com cadeado. Todos os locais de monitoramento estão sendo adequadamente sinalizados. As sete estações de monitoramento são mostradas na Figura 9.

Cada uma das estações de monitoramento possui um poste para suporte da Caixa Ambiental (onde serão instalados placa EPOSMote, bateria e controlador de painel solar), tubulações de aço, de duas polegadas, que se estendem da caixa até o nível da água onde serão colocados os sensores, ou, no caso do sensor ultrassônico, um suporte fixado na lateral de uma ponte, permitindo que o sensor se encontre a uma distância segura, porém tecnicamente adequada, do nível d'água.

Os sensores de turbidez ficarão posicionados lateralmente à correnteza, com abertura lateral onde passará o feixe de luz que realizará a medição. Já a tubulação que contém o sensor de pressão desce verticalmente até próximo do fundo do córrego, permitindo o nivelamento da água.

A transmissão dos dados de monitoramento ocorrerá de forma automatizada, utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência. A fonte de energia para os sistema se dará por dois meios: uso de energia elétrica onde está disponível, e uso de placa solar nas demais estações. Um dos critérios adotados para a escolha da fonte de energia foi a disponibilidade de luz solar, em locais com vegetação.

O único ponto que se diferencia dos demais é o ponto P4, a trás do prédio da Arquitetura, onde somente o poste e a Caixa Ambiental foram instalados. Para este local foi prevista a instalação de um vertedouro devido às características irregulares da seção de monitoramento. As tubulações para os sensores só serão instaladas após a execução do vertedouro.

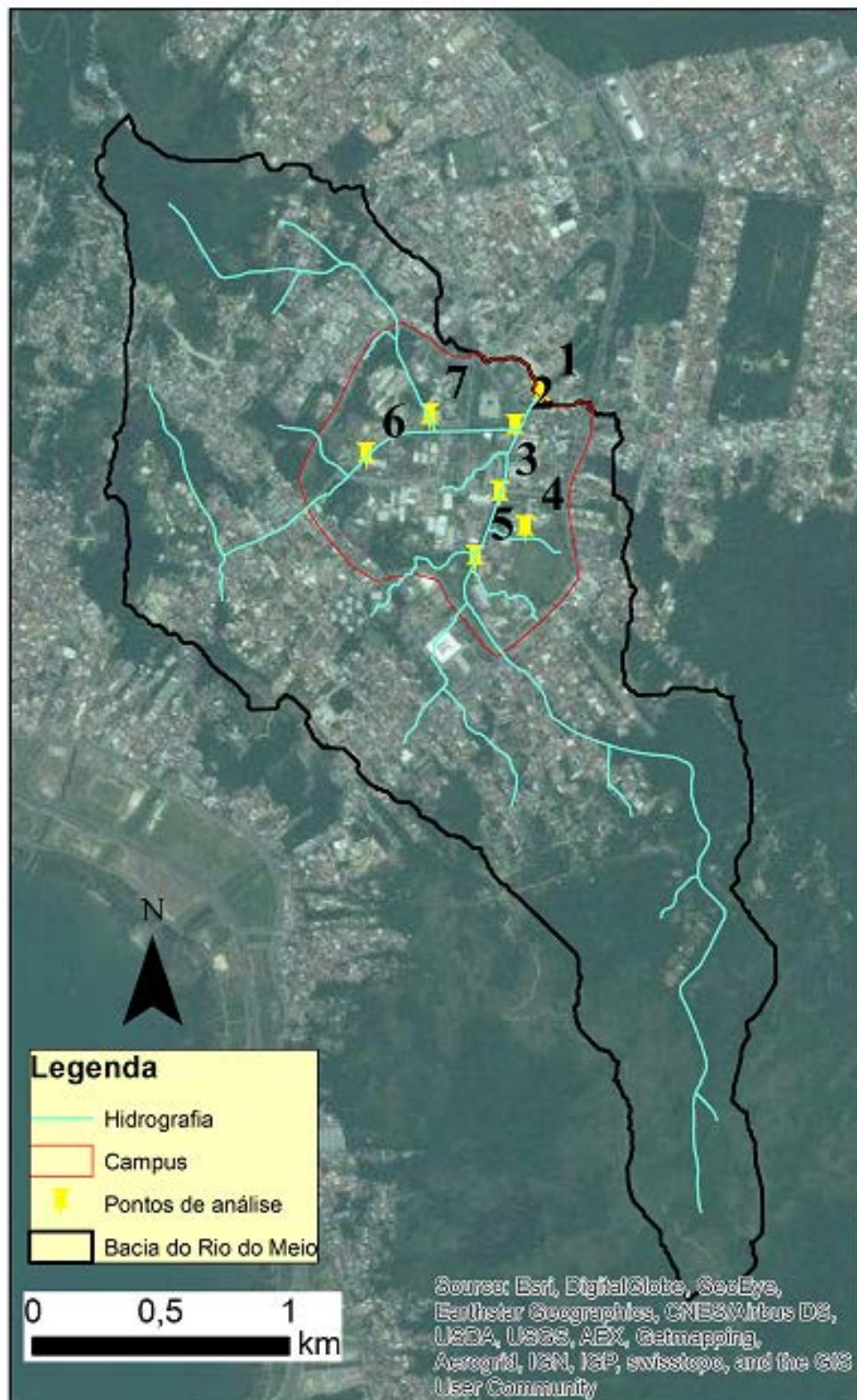


Figura 9. Localização das estações de monitoramento.

No ponto P1 (Exutório) será utilizado sensor de turbidez e sensor de pressão (Figura 10). A fonte de energia do sistema se dará por energia elétrica (Figura 11), em ponto de energia localizado a trás da estação.



Figura 10. Estação de monitoramento no P1 (Exutório)



Figura 11. Fonte de energia para o sistema no P1 (Exutório)

No ponto P2 (BU) será utilizado sensor de turbidez e sensor de nível ultrassônico. O sensor ultrassônico será posicionado acima do córrego, fixado o suporte na ponte (Figura 4). A fonte de energia para o sistema será a través de energia elétrica retirada da guarita onde está fixada a Caixa.



Figura 12. Suporte de Sensor Ultrassônico (P2)



Figura 13. Suporte para sensor de turbidez



Figura 14. Caixa Ambiental (P2)

No ponto P3 (Centro de Eventos) também será utilizado sensor ultrassônico, no entanto o suporte está fixado no canteiro lateral da ponte (Figura 15). O poste com a Caixa de Comando e o suporte para o sensor de turbidez encontram-se na lateral do canal. A fonte de energia será através de placa solar.



Figura 15. Estação de monitoramento P3 (Centro de Eventos).

A estação de monitoramento P4 localiza-se atrás do Depto de Arquitetura e Urbanismo. Neste local apenas o poste e a Caixa Ambiental foram instalados até o momento (Figura 16). A fonte de energia será a través de placa solar.



Figura 16. Poste e Caixa Ambiental no ponto P4

No P5 foi instalado suportes para sensor de turbidez e sensor de pressão. Devido à boa iluminação, será utilizado painel solar para alimentar a estação (Figura 17 e 18).



Figura 17. Estação de monitoramento P5.



Figura 18. Poste e Caixa Ambiental P5.

A estação localizada no P6 utilizará energia elétrica fornecida pelo Centro de Ciências Biológicas. O sensor de nível utilizado é de pressão, localizado ao lado do sensor de turbidez (Figura 19).



Figura 2 - Estação de monitoramento P6 (Aplicação).

A última estação é a P7, localizada próximo ao Centro Socioeconômico. Inicialmente estava previsto a utilização de sensor ultrassônico neste local, porém devido à vulnerabilidade a vandalismo optou-se pelo sensor de pressão, além do sensor de turbidez (Figura 20).



Figura 20- Estação de monitoramento P7 (CCJ)

Por questões de segurança as placas solares serão instaladas somente quando todo o sistema estiver pronto para operar. Para a Caixa Ambiental, está prevista a execução de travas de segurança com cadeado, além de beirais que permitam a proteção contra chuva e calor intenso, o que pode afetar tanto a Caixa como os equipamentos em seu interior.

A utilização da energia elétrica ainda está aguardando a permissão da administração da UFSC. No P5 (Colégio de Aplicação) a direção do Centro de Ciências Biológicas autorizou a utilização da energia a partir de uma rede externa já existente, no entanto a Prefeitura do Campus deve instalar uma nova tomada no local.

As **instalações dos sensores** de pressão e ultrassom será realizada em julho de 2015 e posteriormente as instalações dos sensores de turbidez, quando será iniciado a **operação experimental do sistema**.

Atividade: Realizar calibração de pluviômetros cedidos pela EPAGRI

Como parte do monitoramento hidrológico é prevista a instalação de pluviômetros em diferentes locais da bacia. Ao contrário de se proceder à aquisição de pluviômetros comerciais estão sendo utilizados pluviômetros disponibilizados pela EPAGRI nos quais foi instalado o módulo EPOSMote, desenvolvido junto ao Laboratório de Integração Hardware Software para registro e transmissão dos dados.

Os pluviômetros foram disponibilizados ao projeto por não se encontrarem em uso, necessitando de calibração em laboratório previamente à instalação em campo. Realizada a limpeza das bases e carcaças dos pluviômetros, iniciaram-se suas aferições em bancada.

Estão previstas instalações de 5 (cinco) estações pluviométricas, das quais três já estão em operação: 1) na área da ESMESC – Escola Superior da Magistratura do Estado de Santa Catarina, no bairro Itacorubi, 2) em frente à Biblioteca Universitária (BU), 3) no Sapiens Parque. Cada estação pluviométrica consiste de pluviômetro e seu suporte, feito em madeira pinus e impermeabilizado com Verniz Marítimo, painel solar, bateria, controlador de carga e placa EPOSMote III. A Figura 21 apresenta a estação localizada em frente à Biblioteca Universitária.



Figura 21. Estação Pluviométrica BU.

Atividade: Determinação da curva-chave para cada ponto de monitoramento.

Em janeiro de 2016 foi elaborado um cronograma e organizada equipe para medições de vazões nos cursos d'água. A data e a hora da medição são determinadas pela previsão meteorológica de chuvas, mudanças nos níveis de água nos canais, com base na escala das réguas limnimétricas, e na disponibilidade da equipe.

As medidas de vazão são obtidas através de equipamentos do Laboratório de Hidrologia, LABHIDRO, do Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental. Os equipamentos disponíveis são molinete hidrométrico, FlowTracker e correntômetro acústico por Efeito Doppler (ADCP). O uso de cada equipamento depende da profundidade da lâmina de água e da velocidade do escoamento, a fim de manter a segurança dos operadores e a eficiência do equipamento, em vista das grandes variações de nível que ocorrem nos canais.

O cálculo de vazão com o uso de molinete é realizado pelo “Método da meia seção”, no qual as vazões parciais são calculadas multiplicando-se a velocidade média na vertical pelo produto da profundidade média pela soma das semi-distâncias às verticais adjacentes.

O FlowTracker e ADCP possuem hardware próprio que fornece de forma automática a vazão média na seção.

A medição de vazão nos córregos para elaboração de curva-chave é realizada de acordo com a ocorrência de eventos chuvosos. As saídas a campo para medição forma restritas aos dias em que está chovendo visto

que, quando isto não ocorre, o nível dos canais se mantém constante ou baixo demais para serem medidos com equipamentos (Micro molinete ou FlowTracker).

De 8 de janeiro de 2016 até 11 de abril foram realizadas 24 medições. Destas, somente uma foi realizada com FlowTracker; as demais foram feitas com micro molinete.

Para o cálculo da descarga com o micro molinete está sendo utilizado o “Método da Meia Seção”. Este método estima a vazão média dividindo a seção em trapézios de áreas conhecidas e calculando a velocidade média em cada uma delas. Assim, a partir da vazão em cada subárea obtém-se a vazão média total.

Para a extrapolação e ajuste das curvas-chave é necessário conhecer alguns parâmetros hidráulicos, como área molhada e raio hidráulico. A partir dos dados de profundidade obtidos nas medições do molinete obteve-se a área molhada, o perímetro e o raio hidráulico de cada seção, em cada medição. Para o ponto P1, seção transversal do curso d’água, com subdivisões, obtida no dia 3 de março de 2016, é mostrada na Figura 22.

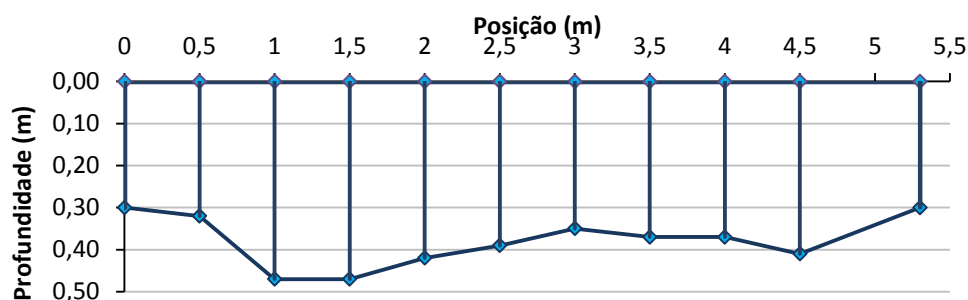


Figura 22. Perfil longitudinal da seção longitudinal no P1.

Para algumas seções dos cursos d’água, os resultados obtidos até o momento são apresentados nas Figuras 23 a 26, embora insuficientes para caracterizar curvas-chaves. As medições nas seções P3 e P5 estão sendo iniciadas no presente mês, devido a modificações no posicionamento das réguas.

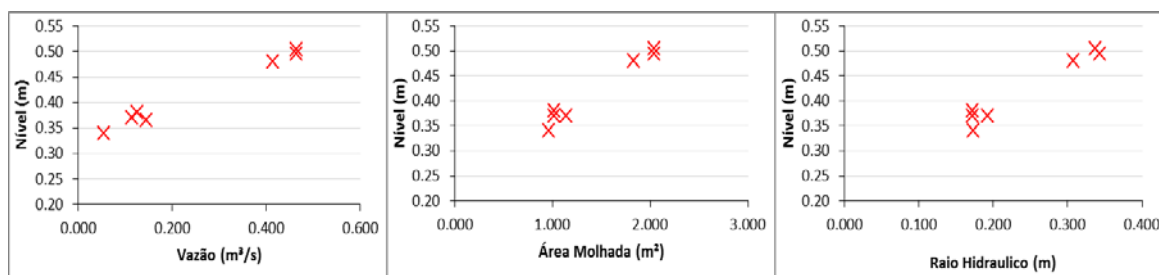


Figura 23. Dados obtidos para P1 (Exutório).

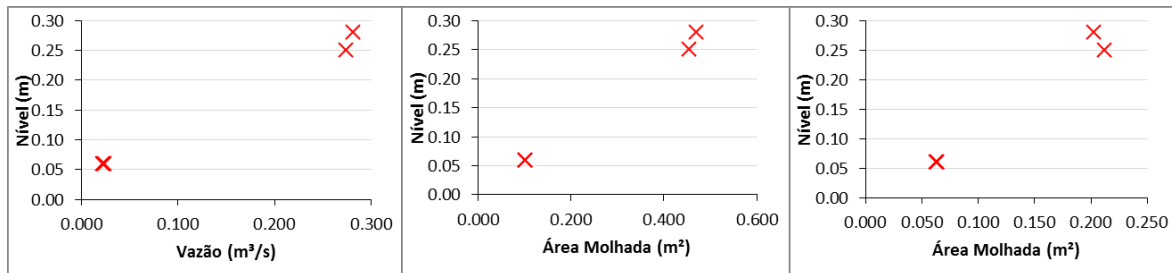


Figura 24. Dados obtidos para P2 (BU).

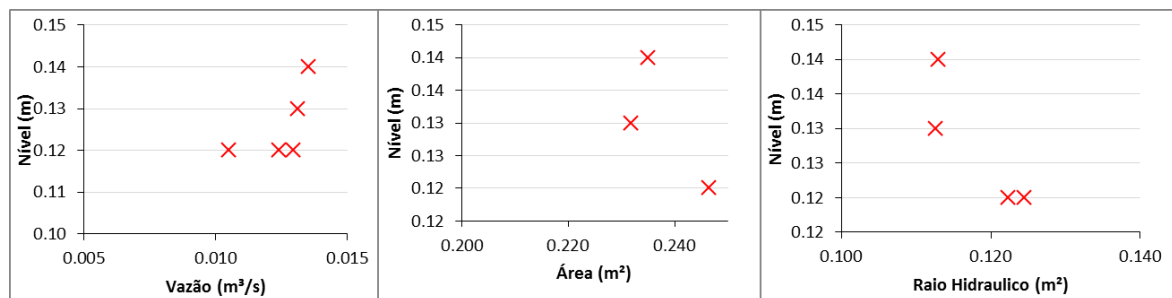


Figura 25. Dados obtidos para P6 (Aplicação).

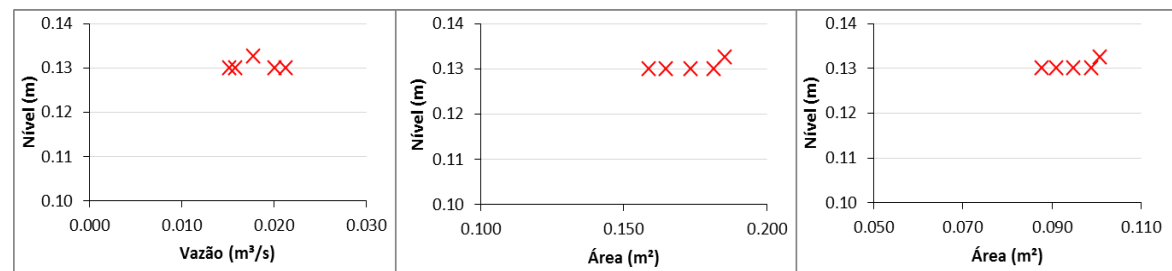


Figura 26. Dados obtidos para P7 (CCJ).

Devido às características hidráulicas das calhas dos cursos d'água no Campus, o nível de água é muito baixo na maior parte do tempo, dificultando então a medição de vazão com os equipamentos utilizados. Quando ocorrem eventos de chuva, o nível sobe e desce rapidamente, retornando ao nível baixo após pouco tempo. Para sanar esta dificuldade pretendeu-se utilizar o método de "traçador-químico", que, nesta situação, consiste em relacionar a diluição do traçador (sal) com a descarga existente, através da condutividade.

Para que o método de aferição química ocorra deve haver mistura completa da solução salina com a água do rio na seção de medição. A fim de verificar a existência desta característica, utilizou-se corante no córrego para ver se a mistura homogênea. Depois de realizadas três tentativas em cada ponto, concluiu-se que pedras e vegetação dentro do canal são um obstáculo ao método, pois geram remansos onde a água com a solução fica retida, subestimando a concentração que chega na seção de medição. Somente no ponto de monitoramento P6 (Colégio de Aplicação), houve mistura completa a 4 metros a montante da seção quando lançado o corante a 16 metros da seção, em uma corredeira que se formou onde o fundo do canal cedeu.

No P6 (Colégio de Aplicação), houve mistura completa a 4 metros a montante da seção quando lançado o

corante a 16 metros da seção, em uma corredeira que se formou onde o fundo do canal cedeu (Figura 22).



Figura 22. Locais de lançamento, mistura e medição.

Na seção escolhida inicialmente para medir vazão não ocorre mistura completa o que leva a erros na medição (Figura 23). Nas estações restantes não houve mistura.



Figura 23. Seção original com mistura parcial.

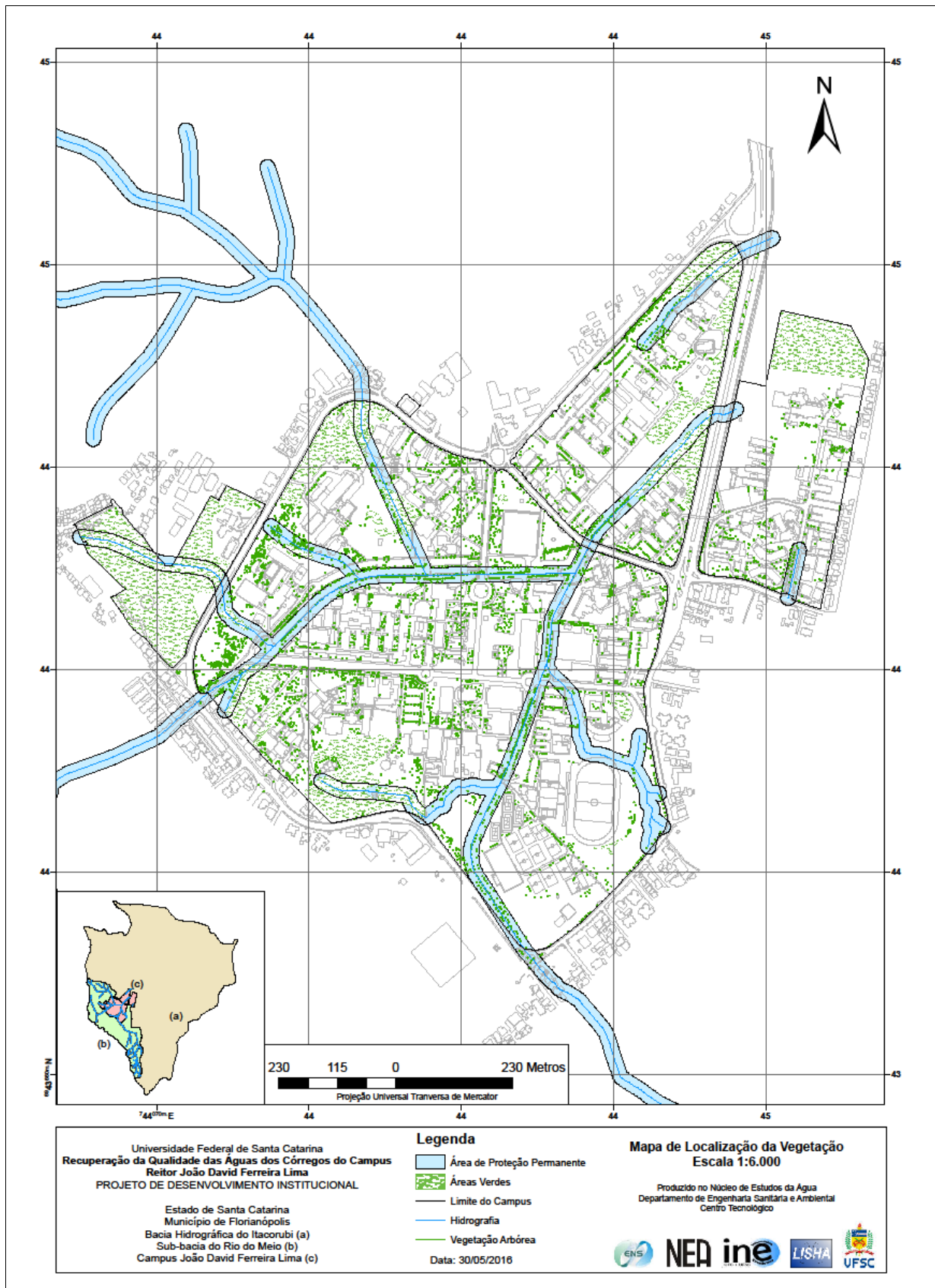
Os passos seguintes serão de determinar a relação em laboratório entre salinidade e condutividade e realizar testes em campo.

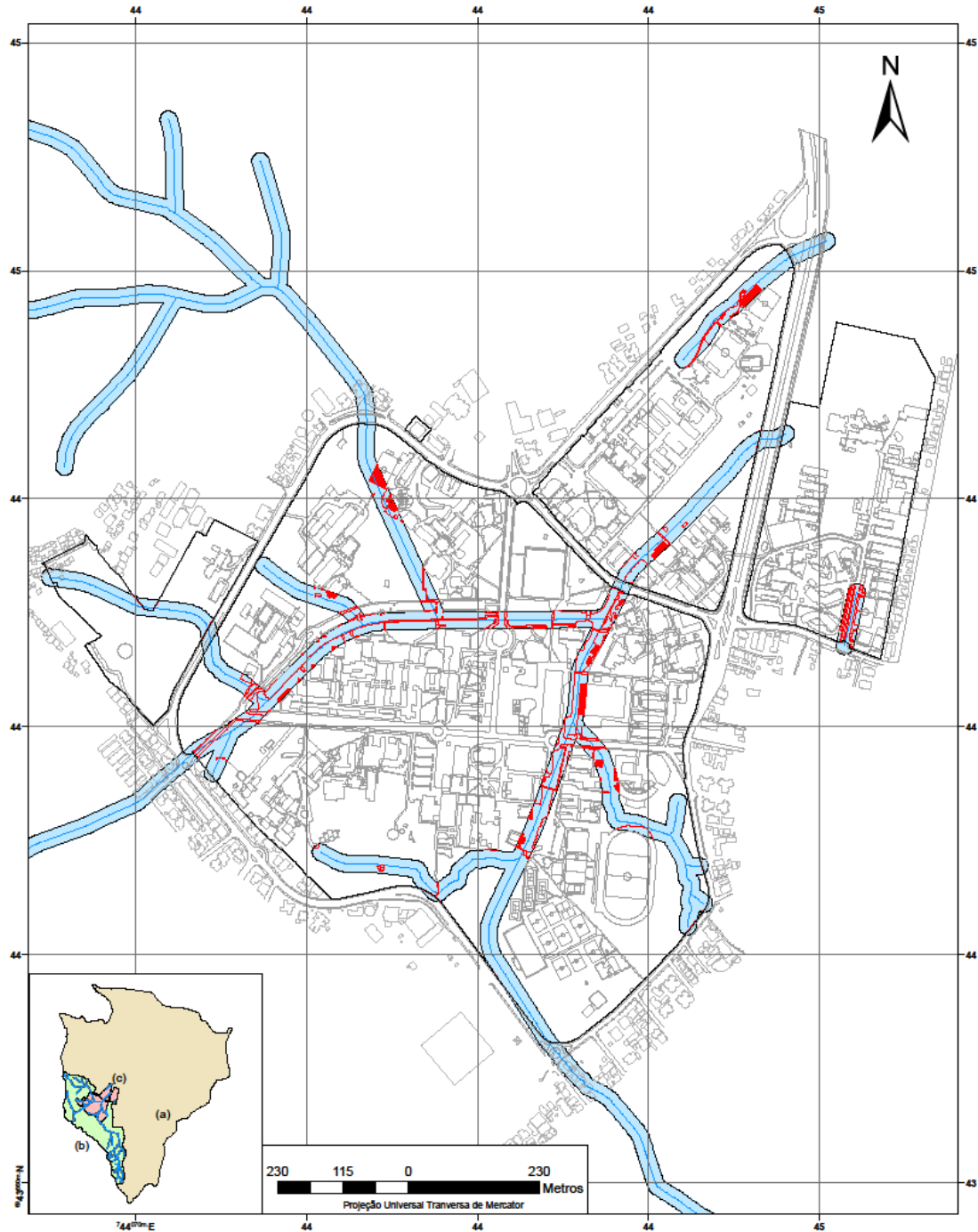
As próximas atividades compreendem as instalações dos sensores para monitoramento das descargas e turbidez nos cursos d'água com a disponibilização on line das informações em tempo real, e a continuidade de levantamentos destinados à determinação de curva-chave para cada ponto de monitoramento, bem como manutenção e limpeza periódica dos sensores.

Outras atividades

Foram iniciadas atividades relacionadas ao mapeamento da bacia hidrográfica do rio do Meio com destaque para o Campus da UFSC. As figuras a seguir ilustram alguns dos mapas produzidos.







Universidade Federal de Santa Catarina
Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus
Reitor João David Ferreira Lima
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Estado de Santa Catarina
Município de Florianópolis
Bacia Hidrográfica do Itacorubi (a)
Sub-bacia do Rio do Meio (b)
Campus João David Ferreira Lima (c)

Legenda

- Área de Proteção Permanente
- Limite do Campus
- Hidrografia
- APP Ocupada

Data: 30/05/2016

Mapa de Ocupações em APPs Escala 1:6.000

Produzido no Núcleo de Estudos da Água
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Centro Tecnológico

Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório de Acompanhamento de Meta

Maio/2015 – Maio/2016

1. Identificação	
1.1 Nome da Meta	Rede de Sensores
1.2 Docentes envolvidos	Antônio Augusto Medeiros Fröhlich
1.3 Alunos bolsistas envolvidos	6 de graduação, 3 de mestrado e 1 de doutorado
1.4. Objetivos (compartilhados)	- Realizar monitoramento de precipitações pluviométricas, vazão de cursos d'água e turbidez da água utilizando tecnologia de redes de sensores sem fios de baixa potência. - Monitorar experimentalmente o consumo de água de algumas edificações do Campus.

2. Detalhamento da Meta	
2.1 Atividades Planejadas	
Atividade	Prazo para conclusão
Integrar e validar as duas primeira estações em laboratório	09/06/2015
Comprar transdutores, sensores e/ou instrumentos e painéis solares	14/07/2015
Instalar e validar as duas primeiras estações em campo	31/07/2015
Adaptar o EPOSMote III para estação hidrológica	
Desenvolver firmware	02/07/2015
Configurar servidor	03/07/2015
Configurar interrupções para o pluviômetro e a placa GSM	10/07/2015
Depurar e aperfeiçoar o firmware do EPOSMote III para estação hidrológica	
Coletar e analisar informações sobre a operação das estações em campo	30/09/2015
Depurar e aperfeiçoar o firmware	31/12/2015

Atualizar as estações e testar o novo firmware em campo	31/12/2015
Desenvolver a placa de captura de dados da estação hidrológica para o EPOSMoteIII	
Desenvolver esquemático e layout	31/06/2015
Fabricar placas	31/08/2015
Comprar components	31/08/2015
Montar e testar placas	30/09/2015
Depurar e aperfeiçoar a placa da captura de dados da estação hidrológica	
Coletar e analisar informações sobre a operação das estações em campo	30/09/2015
Depurar a placa e eventualmente fabricar versão beta	31/12/2015
Validar a placa em campo	31/12/2015
Desenvolver placa de telemetria GSM/GPS para o EPOSMote III	
Revisão do esquemático e layout	15/07/2015
Fabricar placas	28/07/2015
Comprar components	31/08/2015
Montar e testar placas	30/09/2015
Depurar e aperfeiçoar a placa GSM/GPS	
Coletar e analisar informações sobre a operação das estações em campo	30/09/2015
Depurar a placa e eventualmente fabricar versão beta	31/12/2015
Validar a placa em campo	31/12/2015
Desenvolver módulo para a inclusão de hidrômetros à rede de sensors	30/09/2015
Projetar, implementar e testar o acoplamento elétrico	30/11/2015
Desenvolver o firmware	30/11/2015
Integrar ao servidor	30/11/2015
Testar em laboratório	30/11/2015
Instalar e testar em campo	31/12/2015
Instalar estações no campus da UFSC	31/12/2015

Fabricar segundo lote de transdutores, sensores e/ou instrumentos e painéis solares	31/12/2015
Validar as estações instaladas	28/02/2016
2.2 Estágio da Execução	
<i>Atividade</i>	<i>Resultado</i>
Integrar e validar as duas primeira estações em laboratório	sucesso
Comprar transdutores, sensores e/ou instrumentos e painéis solares	sucesso
Instalar e validar as duas primeiras estações em campo	sucesso
Adaptar o EPOSMote III para estação hidrológica	sucesso
Depurar e aperfeiçoar o firmware do EPOSMote III para estação hidrológica	sucesso parcial
Desenvolver a placa de captura de dados da estação hidrológica para o EPOSMoteIII	sucesso
Depurar e aperfeiçoar a placa da captura de dados da estação hidrológica	sucesso parcial
Desenvolver placa de telemetria GSM/GPS para o EPOSMote III	sucesso
Depurar e aperfeiçoar a placa GSM/GPS	sucesso parcial
Desenvolver módulo para a inclusão de hidrômetros à rede de sensores	sucesso parcial
Instalar estações no campus da UFSC	atrasada
Fabricar segundo lote de transdutores, sensores e/ou instrumentos e painéis solares	atrasada
Validar as estações instaladas	atrasada
2.3 Plano de Trabalho do Próximo trimestre	
<i>Atividade</i>	
Depurar e aperfeiçoar o firmware do EPOSMote III para estação hidrológica	
Depurar e aperfeiçoar a placa da captura de dados da estação hidrológica	
Depurar e aperfeiçoar a placa GSM/GPS	
Depurar e aperfeiçoar o módulo para a inclusão de hidrômetros à rede de sensores	
Fabricar segundo lote de estações	
Instalar e validar estações no campus da UFSC	

3. Relato da Execução e Justificativas

Esta meta propõe a pesquisa e o desenvolvimento de uma solução de rede sem fios de baixa potência para monitoramento hidrológico em áreas urbanas, pela equipe do LISHA. A pesquisa proposta se justifica pela ausência no mercado de soluções similares. Entre os desafios tecnológicos enfrentados no desenvolvimento estão a manutenção da relação custo-benefício da solução e o delineamento de uma solução de radiotransmissão robusta para dispositivos de baixa potência em ambientes urbanos, que são sujeitos a interferência causada por obstáculos e por outras emissões de rádio.

O desenvolvimento da rede de sensores está se baseando na plataforma EPOSMote III, desenvolvida pelo LISHA em 2015. Esta plataforma está sendo integrada a sensores e dispositivos de comunicação para integrar a solução pretendida no cenário da hidrologia. No estágio atual, a equipe já desenvolveu protótipos da solução que foram instalados para fins de testes em pontos de monitoramento já existentes nos bairros Córrego Grande e Itacorubi e próximos à Biblioteca Universitária e ao Smart Solar Building da UFSC no Sapiens Parque. Entretanto, a rede completa de estações ainda não se encontra operacional por uma série de dependências de ações de outras equipes da UFSC. Em particular, o número de estações em funcionamento é pequeno para evidenciar problemas e assim nos permitir depurar e aperfeiçoar os componentes de software e hardware implementados. É fundamental que tenhamos um número razoável de estações operando 24 horas por dia, 7 dias por semana, por alguns meses para que possamos depurar e aperfeiçoar cada componente. Os testes em laboratório e a operação de algumas poucas estações nos permitiram avançar muito, mas não nos permitem considerar que as atividades associadas tenham sido concluídas com êxito, por isso tais atividades estão marcadas como “sucesso parcial”.

No caso particular do módulo de telemetria GSM, o rompimento do contrato entre a UFSC e a operadora de telefonia móvel que nos atendia causou uma interrupção no processo de avaliação que perdura até a presente data (mais de meio ano). Nossas solicitações à SETIC e à fundação gestora do projeto para a aquisição de SIM cards em planos básicos de dados não foram atendidas. Como forma de contornar o problema, incluímos uma atividade não prevista originalmente: (1) o desenvolvimento de um módulo Wi-Fi (IEEE 802.11n) para o EPOSMote III. Este desenvolvimento foi conduzido até a fase de testes em laboratório, mas aguardamos ainda a instalação de novas estações para podermos validá-lo em campo.

Fenômeno similar ocorreu com a integração dos hidrômetros: uma vez identificados modelos compatíveis com o sistema em implantação, fomos informados que não se encontravam mais disponíveis para a instalação em campo na UFSC. Desde então aguardamos a apresentação de um novo modelo pela respectiva equipe.

A fabricação do segundo lote de sensores se encontra atrasada por dois motivos: inicialmente, optamos por adiá-la até que os testes em campo confirmassem o desenvolvimento inicial; posteriormente, frente à conclusão de que a implantação de novas estações era algo completamente fora do controle do LISHA, optamos por fabricar o segundo lote em março, mas desde então estamos lutando contra a burocracia inerente à importação dos componentes.

Com a equipe subutilizada em função das dependências de terceiros mencionadas acima, incluímos na agenda do trimestre duas outras atividades: (2) a consolidação dos dados em uma plataforma de computação científica (site iot.ufsc.br), com ferramental estatístico para a análise de dados no contexto de Big Data, e (3) a instalação do protocolo TSTP nos sensores do projeto. O TSTP é um protocolo de comunicação de dados sensoriais seguro, georreferenciado, temporizado com precisão de microsegundos, energeticamente eficiente e aderente à semântica do Sistema Internacional de Unidades. Sua utilização no



projeto lhe auferirá escalabilidade e grande potencial de evolução para estudos futuros. Estas duas atividades consumiram praticamente todo o tempo da equipe neste terceiro trimestre, não apenas pela complexidade técnica, mas também porque revelaram uma série de deficiências nos módulos anteriormente desenvolvidos. De toda forma, esta depuração não substitui os testes em campo ainda pendentes.

Com a dificuldade de importação dos sensores originalmente previstos, optamos por incluir uma quarta atividade ao conjunto de tarefas do LISHA: (4) o desenvolvimento de um distanciômetro ultrassônico. O módulo foi construído e validado em laboratório e parcialmente em campo. A validação final depende da instalação das estações.

Para o próximo trimestre temos sinais de que as pendências mencionadas acima serão efetivamente resolvidas e que teremos um número de estações instaladas que será suficiente para retomarmos as atividades originalmente previstas. Até que isto aconteça, continuaremos com o desenvolvimento das 4 novas atividades incluídas no plano de ação.



Recuperação da Qualidade das Águas dos Córregos do Campus Reitor João David Ferreira Lima

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSC

Relatório de Acompanhamento de Meta

Novembro/2015 – Maio/2016

1. Identificação	
1.1 Nome da Meta	Monitoramento do consumo de água de abastecimento
1.2 Docentes envolvidos	Pablo Heleno Sezerino e Ramon Lucas Dalsasso
1.3 Alunos bolsistas envolvidos	Amanda Kempt Schroeder e Igor Amaro
1.1. Objetivos	
- Identificar possíveis contaminações no córrego, por lançamento de efluente de esgoto doméstico ou ligações irregulares na rede de drenagem do campus. - Instalar, em regime experimental, sensores de monitoramento de fluxo de água nas saídas de caixas d'água de prédios específicos, integrando-os à infraestrutura de redes de sensores sem fio já implantada.	

2. Detalhamento da Meta	
2.1 Atividades Planejadas	
Atividade	Prazo para conclusão
10.1 – Definir pontos de instalação dos hidrômetros.	15/01/2016
10.2 – Definir características dos equipamentos a serem instalados.	01/02/2016
10.3 – Adquirir equipamentos (orçar e encaminhar a compra junto a fundação).	01/03/2016
10.4 – Projetar estrutura necessária para a instalação desses equipamentos (desenhos, listas de materiais, especificações técnicas). Montar o termo de referência para orçamento de empresas que realizem os serviços.	10/04/2016
10.5 – Elaborar um Termo de Referência especificando todos os detalhes construtivos e os serviços que necessitamos para a instalação dos hidrômetros.	15/07/16



2.2 Estágio da Execução

<i>Atividade</i>	<i>Resultado</i>
10.1 – Para a definição dos pontos de instalação foi necessário definir os setores de medição de acordo com o traçado da rede de água, com o intuito de isolar as áreas para maior controle do consumo.	Atividade realizada com sucesso
10.2 – As características dos hidrômetros foram estabelecidas analisando dois parâmetros: vazão máxima e tipo de sensor para telemetria. Para definir a vazão máxima de cada hidrômetro foi feito um estudo estimando o consumo dos blocos e serviços dos respectivos setores. A escolha do sensor REED SWITCH, foi baseada na compatibilidade da tecnologia de transmissão do LISHA.	Atividade realizada com sucesso
10.3 – Já foi realizado a compra e a entrega dos hidrômetros.	Atividade realizada com sucesso.
10.4 – Os projetos executivos que envolvem planta de situação, localização, detalhamento dos abrigos e instalações hidráulicas e elétricas já foram confeccionadas.	Atividade realizada com sucesso.
10.5 – Após a realização dos projetos, iniciamos a elaboração do Termo de Referência. A partir deste termo que será feita a escolha da empresa responsável por executar a instalação dos hidrômetros e também a compra do restante dos materiais necessários para o projeto.	Atividade realizada com sucesso parcial.

2.3 Plano de Trabalho do Próximo trimestre

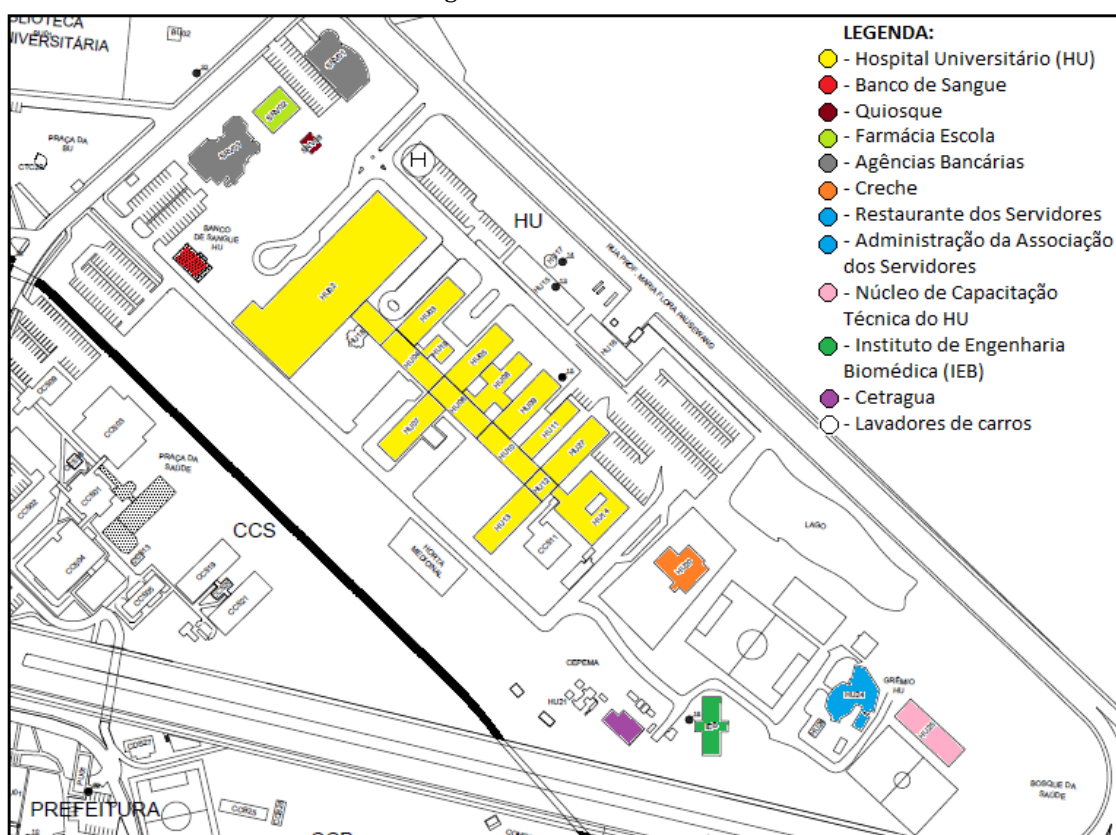
<i>Atividade</i>
10.5 – Finalização do Termo de Referência para seleção da empresa prestadora dos serviços executivos de instalação dos hidrômetros.
10.6 – Acompanhar a instalação dos equipamentos.
10.7 - Capacitar bolsistas para o monitoramento com os equipamentos instalados.

3. Relato da Execução e Justificativas

Atividade 10.1

A área de estudo (Figura 1) compreende as instalações do Hospital Universitário (HU), a agência bancária do Banco do Brasil, a farmácia escola, um quiosque, o banco de sangue do HU, uma creche, o restaurante dos servidores, o prédio da administração da associação dos servidores, o Instituto de Engenharia Biomédica (IEB), o Núcleo de Capacitação Técnica do HU e o prédio do Cetragua, além de três instalações de lavadores de carros.

Figura 1 - Área de estudo.



Com o objetivo de determinar o consumo de água no Hospital Universitário - que representa aproximadamente metade do consumo de água da UFSC - e das demais instalações citadas acima, foram instalados 5 (cinco) hidrômetros nessa área de estudo.

Atividade 10.2

A Norma Técnica Sabesp (NTS 181) e o livro Abastecimento de Água de Milton Tomoyuki Tsutiya estabelecem algumas equações para determinar o consumo de água provável de determinadas categorias de consumidores. Para o HU e para a creche, foram utilizadas as equações propostas nessa bibliografia. Para as demais unidades, foram utilizadas estimativas de consumo através da comparação com trabalhos utilizados para consumidores homólogos, ou através da Tabela de Estimativa de Consumo Predial Média Diário da NTS 181 apresentada como Anexo C da norma.



HOSPITAL UNIVERSITÁRIO

Conforme a NTS 181 o gasto de água de um hospital pode ser calculado através da seguinte equação:

Consumo, hospital

$$= (2,9 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + (11,8 \times n^{\circ} \text{ de bacias}) \\ + (2,5 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) + 280$$

Em contato com a equipe do HU, foram fornecidos os seguintes dados: 1739 funcionários, 295 bacias sanitárias e 180 leitos. Dessa forma, estimou-se o consumo teórico em 9254,1 m³/mês. É importante ressaltar que nesse valor está sendo considerado o consumo de água para todas as atividades do Hospital, incluindo também o consumo da lavanderia e das caldeiras.

CRECHE

De acordo com o a NTS 181 o consumo de água para creches pode ser estimado com a seguinte equação:

Consumo, creche

$$= 5,989 \times (\text{área total construída})^{0,0417} \times (n^{\circ} \text{ de bacias} \times n^{\circ} \text{ de vagas oferecidas})^{0,325}$$

Com uma área total construída de 437,02m², a creche conta com 31 funcionários, 120 vagas a serem oferecidas e 7 bacias sanitárias, resultando em um consumo de 82,57m³/mês.

AGÊNCIA BANCÁRIA BANCO DO BRASIL

De acordo com a NTS 181, o consumo de um edifício comercial pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\text{Consumo, ed. comercial} = 0,0615 \times \text{área total construída}$$

A agência do Banco do Brasil possui dois pavimentos, cada um deles com 825 m², resultando em consumo de 101,48 m³/mês.

BANCO DE SANGUE

Para estipular o consumo do banco de sangue, considerou-se essa unidade como sendo um serviço de saúde, que de acordo com a Quadro 1, tem um consumo aproximado de 344 L/empregado/dia. Com 15 funcionários, o consumo de água do banco de sangue foi calculado em 133,52 m³/mês.

Quadro 1 - Uso da água para consumo não residencial.

Categoria	Código SIC	Uso da água em litros/empregado/dia
Hotéis e aposentos temporários	70	869
Serviços Pessoais	72	1746
Serviços de Negócios	73	276
Oficina de reparos de autos, serviços e estacionamento	75	820
Serviços miscelâneas de reparos	76	261
Cinema	78	416
Serviços de divertimento e recreação	79	1622
Serviços de Saúde	80	344
Serviços de Advocacia	81	3103
Serviços Educacionais	82	442
Serviços Sociais	83	401
Museus, botânica e jardins zoológicos	84	786
Associações de pessoas	86	801
Serviços de Engenharia e administração	87	219
Serviços NEC (National Executive Committee)	89	219
Administração pública do executivo, legislativo e geral	91	586
Administração da Justiça, Ordem Pública e Segurança	92	68
Administração de Recursos Humanos	94	329
Administração da Qualidade do Meio Ambiente e Moradia	95	382
Administração de Programas Econômicos	96	1036
Administração de Segurança Nacional e Assuntos Internacionais	97	45

Fonte: Planning and Management Consultants, 1994 in Diziegilewski et al in Mays, 1996.

QUIOSQUE

Para a determinação do consumo de água do quiosque foi utilizado o coeficiente de “Vendas de comida no varejo” da Quadro 2 do livro Previsão de Consumo de Água. O quiosque conta com 4 funcionário e considerando que o mês tem 22 dias (o quiosque não abre nos finais de semana) obteve-se um consumo teórico de 10,38 m³/mês.

Quadro 2 - Coeficientes de uso da água em litros por dia e por empregado.

Categoria	Litros/dia/empregado
Barbearias	1437
Comércios em geral	178
Escolas e Universidades	210
Hospitais	311
Hotéis e Restaurantes	705
Instalações de Gás e Eletricidade	25
Instalações Recreacionais	852
Venda de comida no varejo	118

Fonte: Army Institute for Water Resources, 1987 in Billings e Jones, 1996, p.16.



LAVADORES DE CARROS

A determinação do consumo dos lavadores de carros foi feita com base na dissertação de mestrado “Aproveitamento de água pluvial em concessionárias de veículos na cidade de Belo Horizonte: Potencial de economia de água potável e estudo de viabilidade econômica”. De acordo com esse estudo, uma concessionária que trabalha com veículos de tamanho compacto e médio gasta em média 70 litros para a lavagem de um veículo. E concessionárias que trabalham com veículos de médio porte, modelos sedans e comerciais leve (pick-ups) tem um gasto médio de 95 litros por carro para a lavagem.

Considerando que cada lavador de carro da UFSC lava em média 10 carros por dia, e que o consumo de água para cada veículo é de 80 litros, calculou-se o consumo de 17,60 m³/mês para um dos 3 lavadores que trabalham nesse setor de consumo do HU.

FARMÁCIA ESCOLA

De acordo com a Tabela 1, a categoria serviços de saúde consome 344 L/empregado/dia, e levando em consideração os 20 funcionários que trabalham na farmácia escola, estipulou-se o consumo dessa unidade em 151,36 m³/mês.

RESTAURANTE DOS SERVIDORES

Segundo a NTS 181 a determinação do consumo de água de um restaurante é dada pela seguinte equação:

$$\text{Consumo, restaurante} = (7,5 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + (8,4 \times n^{\circ} \text{ de bacias})$$

Em visita ao local, foi levantado que um número de 5 funcionários e 7 bacias sanitárias existentes no restaurante dos servidores, resultando assim, em um consumo mensal de 96,3 m³ de água.

ADMINISTRAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DOS SERVIDORES

Em visita a campo, foi informado que funciona no mesmo prédio do restaurante uma administração da associação dos servidores. O consumo dessa unidade foi determinado com base no Quadro 3, considerando a administração como um edifício de escritório, com consumo de 65 L/dia/empregado. A administração conta com 3 funcionários. Dessa forma, o consumo calculado foi de 4,29 m³/mês.

Quadro 3 - Média da demanda de água da categoria comercial.

Fonte	Unidade	Vazão em litros/unidade/dia
Bar	cliente	8
Bar	Empregado	50
Cafeterias	cliente	6
Cafeterias	Empregado	40
Country clubs-não residentes	Membros	95
Country clubs-residentes	Membro	380
Loja de café	Cliente	20
Loja de café	Empregado	40
Lojas	Por banheiros	1520
Restaurantes	Cliente	30
Salão de bailes	Pessoa	8
Aeroporto	Passageiro	10
Barbearia	Cadeira	210
Cinema	Assento	8
Drive-in	Por espaço de carro	19
Edifício de Escritório	Empregado	65
Edifício Industrial	Empregado	55
Fábrica com chuveiros	Empregados	133
Fábrica sem chuveiros	Empregados	95
Lavagem de Carro	Carro Lavado	209
Lavanderia-comercial	Máquina	3.000
Lavanderia-Laundromat	Máquina	2.200
Lojas	Empregado	40
Lojas de Departamento	Por m ² de área de piso	8
Lojas de Departamento	Empregado	40
Posto de Gasolina	Primeiro lavador	3.800
Posto de Gasolina	Lavador Adicional	1900
Posto de Gasolina	Empregado	190
Shopping Center	Por m ² de área de piso	6
Shopping Center	Empregado	40

Fonte: Qasim, Syed R., 1994

NÚCLEO DE CAPACITAÇÃO TÉCNICA HU

No edifício do Núcleo de Capacitação Técnica do HU, além do funcionamento de atividades de psicologia e psiquiatria também funcionam atividades administrativas. Por isso, para efeito de cálculos, considerou-se o primeiro andar como a categoria de um “Edifício Médico” e o segundo andar como um “Edifício de Escritórios”. Assim, conforme a Quadro 4, sendo que cada pavimento tem 522,54 m² de área construída, o consumo do Núcleo de Capacitação Técnica do HU foi estimado em 126,46 m³/mês.

Quadro 4 - Uso da água por dia e por metro quadrado de área comercial.

Tipos de Comércio	Litros/dia/m ²
Depósitos	2
Edifícios de Escritórios	4
Edifícios Financeiros	4
Edifícios Médicos	7
Fábricas	3
Hotéis e Motéis	1
Lojas	5
Restaurantes	2
Shopping Centers	4
Teatros	7

Fonte: Hoddinot, M., 1981 in Billings & Jones, 1996, p.16.

CETRAGUA

Este prédio ainda está em fase de construção, e ainda não tem rede de abastecimento de água.

IEB – INSTITUTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Para efeitos de cálculo, comparou-se o consumo do IEB com o consumo de escolas e universidades. Assim, de acordo com o Quadro 5, essa unidade deve consumir em média 210 L/dia/empregado. Contando com 30 funcionários, o IEB consome 138,6 m³/mês.

Quadro 5 - Coeficientes de uso da água em litros por dia e por empregado

Categoria	Litros/dia/empregado
Barbearias	1437
Comércios em geral	178
Escolas e Universidades	210
Hospitais	311
Hotéis e Restaurantes	705
Instalações de Gás e Eletricidade	25
Instalações Recreacionais	852
Venda de comida no varejo	118

Fonte: Army Institute for Water Resources, 1987 in Billings e Jones, 1996, p.16.

BALANÇO DO CONSUMO

A partir dos cálculos de consumos teóricos de cada instalação da área de estudo (Tabela 1) fez-se uma comparação entre o gasto de água apresentado na fatura da CASAN com o consumo de toda a área de estudo. Vale ressaltar que o hidrômetro de medição da CASAN (de matrícula no 02296969), localizado atrás do pavilhão das caldeiras, mede o consumo de todas as instalações citadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de água das instalações da área de estudo.

INSTALAÇÃO	CONSUMO
Hospital Universitário	9254,10 m ³ /mês
Creche	82,57 m ³ /mês
Agência bancaria Banco do Brasil	101,48 m ³ /mês
Banco de sangue	113,52 m ³ /mês
Quiosque	10,38 m ³ /mês
Lavador de carro	17,60 m ³ /mês (por lavador)
Farmácia escola	151,36 m ³ /mês
Restaurante dos servidores	96,30 m ³ /mês
Administração da Associação dos Servidores	4,29 m ³ /mês
Núcleo de Capacitação Técnica do HU	126,45 m ³ /mês
CETRAGUA	0,00 m ³ /mês
Instituto de Engenharia Biomédica	138,60 m ³ /mês

De acordo com a Tabela 02, avaliamos o consumo de água mensal através da fatura real do Hospital Universitário com o consumo mensal através dos estudos feitos com bibliografias específicas. Com isso, chegamos a uma diferença de aproximadamente 2047 m³/mês, em torno de 17% do total faturado mensalmente pode estar sendo perdido.

Tabela 2 - Perdas de água.

INSTALAÇÃO	CONSUMO
Medição Hidrômetro 14	12040,00 m ³ /mês
Setor A + B + C + D	9993,25 m ³ /mês
Perda (diferença)	2046,75 m ³ /mês
Percentual perdido	17%

SETORES

Para facilitar a medição do consumo de água, a área em estudo foi dividida em 5 setores (Tabela 3). Para cada um desses setores será instalado um medidor de fluxo de água – hidrômetro – equipado com telemetria por sensores do tipo Reed Switch, com exceção do setor B, onde serão instalados 2 hidrômetros para o mesmo setor.

Tabela 3 - Setorização e área de abrangência.

SETOR	ÁREA DE ABRANGÊNCIA
A	Hospital Universitário (incluindo também a lavadeira e caldeira), 2 lavadores de carro, e demais setores (B, C, D, E)
B	Banco do Brasil, farmácia escola, quiosque, banco de sangue e 1 lavador de carro
C	Restaurante dos servidores, administração da associação dos servidores e Núcleo de Capacitação Técnica do HU
D	Creche
E	Instituto de Engenharia Biomédica (IEB) e CETRAGUA

Pelo fato do setor A conter contribuição de duas redes de abastecimento, este setor foi dividido em A1 e A2, de acordo com a Tabela 4, com o intuito de uma melhor representação. O Setor A1 é a rede responsável por abastecer o Pavilhão de Caldeiras e a Lavanderia do Hospital Universitário. O Setor A2 é a rede que abastece o Hospital Universitário, dois lavadores de carro e os demais setores (B, C, D e E).

Tabela 4 - Divisão do setor A

SETOR	ÁREA DE ABRANGÊNCIA
A1	Pavilhão de caldeiras e a Lavanderia do Hospital Universitário.
A2	Hospital Universitário, 2 lavadores de carro, e demais setores (B, C, D, E)

ESCOLHA DOS HIDRÔMETROS

A partir da determinação dos consumos, foi calculado a vazão máxima ($Q_{máx}$) e nominal (Q_{nom}) de cada setor (Tabela 5), e assim foi possível definir o medidor de fluxo. O setor A foi dividido em dois subsetores para a instalação dos hidrômetros. Um dos subsetores (A1) corresponde a rede de água que abastece as atividades da lavanderia e da caldeira, enquanto que um segundo hidrômetro – do outro subsetor (A2) – mede o consumo de água do hospital e demais setores, ou seja, de toda a área de estudo com exceção da lavanderia do HU e do pavilhão de caldeiras.

Essa subdivisão foi necessária devido a existência de diferentes tubulações que abastecem os setores. Na Figura 02 é possível visualizar as três tubulações que saem da caixa d'água do HU. A tubulação 1 com diâmetro de 85 mm alimenta a lavanderia e as caldeiras; a tubulação 3 é destinada para controle de incêndio; e a tubulação 2 de 160mm abastece as demais atividades do HU. Assim, foram instalados 2 hidrômetros na rede de água do HU, um na tubulação de 160mm e outro na de 85mm.

Figura 2 - Tubulações da caixa d'água do HU.

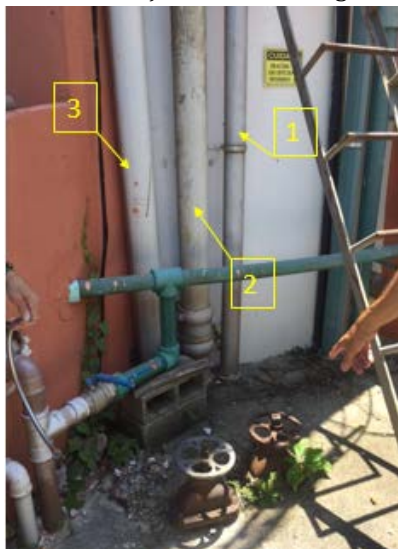


Tabela 5 - Valores de vazão máxima e nominal.

SETOR	Q _{máx}	Q _{nom}
A1	30 m ³ /h	15,0 m ³ /h
A2	120 m ³ /h	60,0 m ³ /h
B	7 m ³ /h	3,5 m ³ /h
C	5 m ³ /h	2,5 m ³ /h
D	5 m ³ /h	2,5 m ³ /h
E	3 m ³ /h	1,5 m ³ /h

Atividade 10.4

Os hidrômetros de 3, 5 e 7 m³/h serão instalados pelo método by-pass. Já o de 30 e 120m³/h serão instalados diretamente na tubulação.

De acordo com o “Manual de Serviços de Instalação Predial de Água e Esgotos Sanitários” da CASAN, é recomendada a instalação dos hidrômetros dentro de abrigos para proteção, neste caso, eles serão instalados dentro de abrigos de alvenaria com abertura através de porta gradeada. Os hidrômetros de 30 e 120 m³/h não possuirão este abrigo pois não possuem espaço físico suficiente, no entanto, devido a este fato, foram escolhidos locais de difícil acesso para dar maior segurança para os equipamentos.

Nos Apêndices deste relatório constam os projetos relacionados a instalação dos hidrômetros e detalhamento das peças e abrigos, no entanto, esses projetos estão sujeitos a alterações.