

Balanço de Cargas Poluidoras pelo Monitoramento Quali-quantitativo dos Recursos Hídricos em Pequena Bacia Hidrográfica

Geraldo Lopes da Silveira, Carlos Ernesto da Silva, Carlos Alberto Oliveira Irion,

Jussara Cabral Cruz, Emilene Fenh Retz

Departamento de Hidráulica e Saneamento - CT - UFSM - Cidade Universitária
97105-900 Santa Maria, RS - geraldo@ct.ufsm.br

Recebido: 19/07/02 - revisão: 13/11/02 - aceito: 05/12/02

RESUMO

Neste artigo, ensaiou-se metodologia para equacionamento de cargas poluidoras, destacadamente a DBO_{5,20}, em pequenas bacias hidrográficas, utilizando-se como instrumento de gestão o monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos, de forma indissociável e integrada. O estudo de caso concentra-se na bacia onde está inserido o Campus da Universidade Federal de Santa Maria — UFSM, que não ocupa a bacia desde o divisor de águas. Promove-se a adequada modulação da rede de drenagem, subdividindo-a de modo conveniente a quantificar os aportes de cargas poluidoras provenientes do ambiente externo e as cargas produzidas diretamente pelo Campus. Essa modulação permitiu creditar às respectivas fontes, as cargas poluidoras produzidas por toda bacia e fazer um diagnóstico da situação atual perante os critérios de enquadramento dos corpos de água superficiais.

Palavras-chave: avaliação ambiental; monitoramento; carga poluidora; pequena bacia.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento das águas urbanas, depois da falência do modelo higienista (Silveira, 2000) deve ser feito integradamente englobando a drenagem urbana, o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos (Tucci, 2001b). Trata-se de uma visão ambientalista já adotada em países desenvolvidos, mas que nos países em desenvolvimento encontra grandes dificuldades (Silveira, 2001). Entre elas desponta o crescimento urbano intenso sem planejamento e obras inadequadas para a conservação das águas (Tucci, 2001a).

O crescimento da população urbana brasileira tem sido acelerado nas últimas décadas e isto gerou um quadro de expansão urbana desordenada com infraestrutura precária e degradação ambiental, principalmente na periferia das grandes cidades. Isto acontece em razão de dificuldades sócio-econômicas, conduzindo a uma expansão irregular da periferia, com pouca ou nenhuma obediência à regulamentação urbana, presente em Plano Diretor e em normas específicas de ocupação do solo, incluindo freqüentemente a ocupação de áreas públicas por populações de baixa renda.

Para o gerenciamento das águas urbanas, esta situação constitui-se num desafio que exige abordagens adaptadas às condições dos impactos que não foram ainda suficientemente avaliados e quantificados.

Assim, a busca de soluções de gerenciamento necessita do uso de instrumentos de gestão na forma adequada ao atendimento dos objetivos da sociedade. Perante este panorama, o presente artigo tem por objetivo:

- ensaiar metodologia para avaliar o impacto da ação antrópica, em termos de cargas orgânicas, utilizando como instrumento o monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos;
- demonstrar que a indissociabilidade da qualidade e da quantidade da água é indispensável para a compreensão do impacto ambiental de cargas poluidoras através de indicadores tradicionais, destacadamente a DBO₅;
- contribuir à discussão dos aspectos relacionados aos padrões de qualidade das águas, tendo como referencial a resolução Conama 20/86 (BRASIL, 1986), e a realidade da variabilidade hidrológica de uma pequena bacia hidrográfica;
- ensaiar o monitoramento junto à bacia hidrográfica onde está inserido o campus da UFSM, em região com precários sistemas de esgotamento pluvial e cloacal de forma a obter respostas consistentes para embasamento de plano de controle ambiental.

A BACIA DO CAMPUS

A região do Campus da UFSM localiza-se na porção intermediária de pequena bacia hidrográfica que define uma das nascentes do rio Vacacaí-Mirim. Esta bacia possui área de drenagem de 9,7 km² e situa-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul. A bacia encontra-se assentada no compartimento geomorfológico da depressão central do Rio Grande do Sul. A Tabela 1 sintetiza os índices

fisiográficos e a caracterização geomorfológica da bacia. Na Figura 1 consta a fotografia aérea da bacia com a indicação dos principais usos e ocupação do solo.

A bacia está em sua totalidade alterada por processo de urbanização e de utilização do solo para a agricultura. O Campus ocupa 65% da área da bacia. A porção da bacia que não pertence ao Campus localiza-se a montante dessa região e possui intenso processo de urbanização, produto da implantação de núcleos de habitações populares e de ocupação de terras inicialmente invadidas, hoje regularizadas em seus aspectos fundiários, pela prefeitura de Santa Maria. Também fazem parte da região de montante da bacia construções de elevado padrão, entretanto, para toda a região, inexiste sistema de esgotos cloacais, o que impacta sobremaneira a bacia. Em menor proporção, a área do Campus apresenta aspectos negativos que contribuem para impactar e degradar a qualidade dos recursos hídricos, visto que alguns prédios ainda possuem sistemas de esgotos subdimensionados, produto de passivo ambiental mais antigo. Em consequência, os escoamentos na bacia apresentam-se visualmente poluídos e efetivamente impactados por esgotos domésticos e se desenvolvem, em sua grande parte na região do Campus. A aparência evidenciada pela poluição induz a comunidade interna e externa a atribuir à Universidade o crédito pelas cargas poluidoras.

METODOLOGIA

A avaliação do impacto ambiental por meio dos escoamentos na bacia do Campus considera a indissociabilidade dos aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos. A indissociabilidade é estabelecida a partir da diluição das cargas poluidoras no espectro de variabilidade das vazões do corpo receptor. Desta forma, o procedimento adotado para avaliação do impacto da ação do homem em termos de cargas orgânicas, através da DBO_5 , consiste de três etapas:

1. avaliar parâmetros de qualidade e a carga média de DBO_5 produzida pela bacia do Campus (monitoramento qualitativo);
2. avaliar o espectro de variabilidade das vazões na bacia através da curva de permanência, especialmente no trecho do $Q_{50\%}$ ao $Q_{95\%}$ (monitoramento quantitativo);
3. avaliar o impacto ambiental perante a resolução CONAMA 20 e as classes de enquadramento para os corpos de água superficiais através da diluição da carga média de $\text{DBO}_{5,20}$ para as vazões da curva de permanência do $Q_{50\%}$ ao $Q_{95\%}$.

Para atender aos três passos metodológicos definidos foram estruturados os processos segundo a descrição a seguir.

Tabela 1. Características fisiográficas da bacia do Campus.

Item	Descrição
Área	9,7 km ²
Comp. do rio principal	4 km
Declividade média bacia	0,0396 m m ⁻¹
Declividade do rio	0,01 m m ⁻¹
Rocha	Formação Santa Maria, Membro Alemaoa, localizada nas cabeceiras; camadas sedimentares pertencentes ao Cenozóico, acima da cota de 110 m.
Solo predominante	Unidade Santa Maria – solo podzólico bruno-acinzentado (planossolo), nas cabeceiras; Unidade São Pedro – solo podzólico vermelho-amarelo (porção mais plana, abaixo da cota de 110 m).
Relevo	Coxilhas suaves, levemente onduladas.
Vegetação	Predominantemente campos (gramíneas), com presença de plantações de eucaliptos isoladas e algum cultivo (experimentos do Centro de Ciências Rurais/UFSM).
Clima	Segundo a classificação de Nimmer. Clima mesotérmico brando, e de acordo com Köppen: cfa.

Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa se divide em duas etapas: i) levantamento dos parâmetros de qualidade propriamente ditos e; ii) medição da descarga no momento da coleta. O cálculo das cargas de $\text{DBO}_{5,20}$, objeto do presente estudo, é definido pela expressão:

$$\text{Carga} = \text{concentração} \times \text{vazão} \quad (1)$$

Os demais parâmetros são avaliados para o cálculo do índice de qualidade da água e a avaliação de seu enquadramento. O objetivo de um índice de qualidade é transformar os complexos dados de qualidade da água em informação que pode facilmente ser entendida e utilizada pela população. O índice de qualidade da água utilizado foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation – NSF (Brown et al., 1970), como sugerido por Ide et al. (2000). O cálculo desse índice é feito através do produtório ponderado dos subíndices dos parâmetros, obtidos pelas respectivas curvas de variação da qualidade da água.

Os parâmetros de qualidade foram definidos em função da infra-estrutura analítica disponível e consistem em:



Figura 1. Fotografia aérea da bacia e sua localização.

temperatura do ar e da água; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio ($\text{DBO}_{5,20}$); demanda química de oxigênio; turbidez; sólidos totais; sólidos suspensos; sólidos dissolvidos; sólidos sedimentáveis; cloretos; óleos e graxas; coliformes totais e coliformes fecais (CF). Os procedimentos analíticos utilizados, estão preconizados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF, 1995).

Avaliação quantitativa

A avaliação quantitativa desenvolve-se através do monitoramento em estação fluviométrica estabelecida com calhas medidoras de vazão.

Em função das condições geomorfológicas da bacia, de solo erodível, para o monitoramento quali-quantitativo da pequena bacia, opta-se pelo uso de estruturas hidráulicas pré-aferidas, de fundo raso, por suprir dificuldades naturais para o monitoramento nesta situação. A adequação e o uso deste tipo de estrutura para monitoramento hidrológico foi discutido por Silveira e Tucci (1998) e deve-se a suas características fundamentais: i) proporciona a estabilização do leito das vazões medianas e mínimas; ii) possui capacidade para medir grande parte do fluviograma; iii) pela robustez da estrutura de concreto e; iv) pela eficiência da estação hidrométrica na relação do seu custo, manutenção e operação.

As calhas em média monitoram 80% do fluviograma (Silveira, 1997) e são caracterizadas por duas dimensões, o seu comprimento (L) e a largura de sua garganta (W), que corresponde ao estreitamento de sua seção de escoamento conforme descrito nos manuais de hidráulica.

A vazão ou descarga que percorre a calha pode ser obtida diretamente pela verificação do nível de água que se

realiza através de leitura em régua. Cada calha possui pré-definida a seção de verificação da altura de lâmina d'água que a percorre função das suas dimensões. Após a obtenção desses dados, os mesmos são anotados em planilha, sendo que a vazão é calculada em função de curva de descargas aferida para a estrutura hidráulica (Silveira et al., 2001), através de medições de descargas realizadas *in loco*.

Com as séries de vazões assim monitoradas (leituras diárias), pode-se calcular a curva de permanência de vazões conforme proposto por Silveira e Tucci (1998).

Em consequência, a avaliação dos impactos produzidos ao meio depende do monitoramento contínuado no tempo, tanto quantitativo como qualitativo, para a produção de séries temporais de dados.

Avaliação do impacto da ação antrópica

Esta etapa consiste na avaliação do efeito de diluição da carga média de DBO_5 conduzida pelo riacho no espectro de variabilidade das vazões produzidas pela bacia perante os referenciais da resolução CONAMA 20.

Avalia-se o efeito da diluição da vazão mediana à mínima. Para vazões maiores, pode-se ter a interferência de cargas orgânicas de origem não domésticas e difusas, provenientes da lavagem provocada pelo escoamento superficial na bacia fugindo ao objetivo do presente estudo.

A bacia hidrográfica em estudo possui duas ocupações predominantes: i) uma região de cabeceira com ocupação de bairro residencial (Sub-Bacia de Montante), com área de drenagem de $3,2 \text{ km}^2$; e; ii) uma porção intermediária de domínio predominante do Campus da UFSM (Região Hidrográfica do Campus), com área de drenagem de $6,5 \text{ km}^2$. A divisão das cargas ocorre em função de adequada modulação da rede de drenagem. Para equacionar o processo, estabeleceu-se a instalação conveniente de duas estações fluviométricas de referência que permitem avaliar separadamente as cargas poluidoras produzidas na bacia. Uma delas localiza-se junto à gráfica da Universidade (Calha Gráfica) e outra ao término do domínio territorial do Campus (Calha Pains). Estas duas regiões ou sub-bacias estão identificadas na Figura 1.

O passo seguinte da avaliação, consiste no equacionamento das cargas poluidoras escoadas avaliando o impacto ambiental das efluências produzidas pela Sub-Bacia de Montante e pela UFSM. Para a sub-bacia de montante estes impactos são avaliados diretamente pela carga média estimada pelo monitoramento na calha da gráfica. Para a UFSM, é avaliado mediante o diferencial das cargas entre jusante e montante.

A compartimentação do espaço físico adotado ou divisão da rede de drenagem em seções hidrológicas de referência possibilita equacionamento de forma eficaz:

$$CPC_x = CPT_x - CPM_x \quad (2)$$

onde CPC_x : cargas poluidoras produzidas pelo Campus; CPT_x : carga poluidora total produzida pela Bacia; CPM_x : cargas poluidoras produzidas por fontes externas, vinculadas a Sub-Bacia de Montante; x : poluente de interesse.

É evidente que este equacionamento induz aproximações visto que o domínio territorial da Universidade não pode ser compartimentado totalmente por trecho de bacia incremental, conforme se avalia por seu tecido de ocupação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões deste artigo referem-se ao período completo de monitoramento realizado de março de 2001 a março de 2002 e obedece a organização estabelecida segundo as três fases definidas na metodologia.

A metodologia de avaliação ambiental se baseia em uma avaliação quali-quantitativa dos recursos hídricos e se desenvolve nas três etapas mencionadas: “Avaliação qualitativa”, “Avaliação quantitativa” e “Avaliação do impacto no meio”, a seguir.

Avaliação qualitativa

Os parâmetros de qualidade dos recursos hídricos superficiais foram determinados através de campanhas de coletas simples mensais. A Tabela 2 apresenta os valores médios destes parâmetros, relativos ao período de monitoramento de março/01 a maio/02 e as respectivas classes de enquadramento de acordo com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 20/86. Devido a problemas operacionais não foram realizadas as coletas relativas aos meses de dezembro/01 e março/02. Na Figura 2 visualiza-se a dinâmica do procedimento junto à calha da gráfica.

Para avaliação da carga de DBO₅, no instante da coleta das amostras para avaliação qualitativa, executa-se a medição de descargas diretamente na calha com o objetivo de aplicar-se a Equação (1).

Os resultados obtidos demonstram que a qualidade do corpo hídrico que adentra o Campus apresenta parâmetros de qualidade da água inferiores aos parâmetros efluentes ao Campus, exceto quanto aos aspectos biológicos. Verifica-se que os parâmetros OD, DBO e coliformes totais da vazão afluente ao Campus (Calha Gráfica) atendem aos requisitos referentes à classe 4, os coliformes fecais na classe 3. Por outro lado, a vazão efluente ao Campus (Calha Pains) enquadra-se nos requisitos de qualidade da classe 1 (OD), classe 2 (DBO), classe 3 (Coliformes Totais) e classe 4 (Coliformes Fecais).

O perfil do índice de qualidade da água (IQA) ao longo do período de monitoramento é apresentado na Figu-



Figura 2. Avaliação de parâmetros: Calha Gráfica.

ra 3. A qualidade da água da sub-bacia de montante apresenta-se na condição ruim ao longo do período de monitoramento, sendo observada uma tendência de melhoria no período de maio e junho. A bacia total, avaliada em seu exutório, apresenta uma qualidade da água média, apresentando também uma melhor qualidade nos meses de maio e junho. O índice de qualidade da água da bacia variou entre 47 e 72 e a sub-bacia de montante apresentou valores entre 33-60. A melhoria nos aspectos qualitativos da água proveniente da sub-bacia de montante pode ser avaliada frente à diluição nos escoamentos, associados a um menor aporte de cargas orgânicas das contribuições do Campus.

A quantificação das cargas poluidoras produzidas pelo Campus da UFSM pode ser avaliada através do diferencial entre as cargas efluentes e afluentes ao mesmo, calculado pela Equação (2). A Tabela 3 sumariza os valores médios das cargas orgânicas, em termos do parâmetro de DBO, e os respectivos valores de população equivalente. Os valores das cargas orgânicas foram obtidos através das médias das cargas determinadas ao longo do período de monitoramento. A população equivalente foi estimada, considerando-se uma contribuição *per capita* de 30 g DBO/hab.dia. Constata-se que do total de carga orgânica produzida na bacia (42,79 kg DBO/dia), cerca de 84% é devido à sub-bacia de montante, como consequência do lançamento de esgotos sanitários sem tratamento adequado, correspondendo a uma população equivalente de 1197 habitantes. Por outro lado, a pequena contribuição do Campus (6,89 kg DBO/dia) sugere uma eficiência satisfatória dos sistemas de tratamento de esgotos implantados (tanque séptico-filtro anaeróbio) na remoção de matéria orgânica. Entretanto, os valores críticos dos parâmetros biológicos (Coliformes Totais e Fecais) dos escoamentos no exutório da bacia, podem estar relacionados principalmente a baixa eficiência apresentada por esses sistemas de tratamento na eliminação de microorganismos.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de qualidade da água dos corpos hídricos e enquadramento.

Parâmetro	Unidade	Calha Gráfica	Classe de enquadramento	Calha Pains	Classe de enquadramento
Temperatura do ar	(° C)	21,3	-	21,4	-
Temperatura da água	(° C)	20,3	-	20,9	-
Turbidez	(NTU)	17,85	1	21,14	1
pH	-	7,07	1	7,19	1
Condutividade Elétrica	(μS)	524,0	-	401,2	-
Oxigênio Dissolvido	(mg L ⁻¹)	2,65	4	5,54	2
DBO	(mg L ⁻¹)	12,5	4	6,2	3
DQO	(mg L ⁻¹)	55,7	-	37,3	-
Sólidos Totais	(mg L ⁻¹)	193,3	-	192,4	-
Sólidos Suspensos	(mg L ⁻¹)	13,3	-	17,6	-
Sólidos Dissolvidos	(mg L ⁻¹)	180,0	1	174,8	1
Sólidos Sedimentáveis	(mg L ⁻¹)	0,03	-	0,04	-
Cloreto	(mg L ⁻¹)	19,61	1	14,90	1
Óleos e Graxas	(mg L ⁻¹)	5,32	-	4,72	-
Coliformes Totais	(NMP)	32433	4	55622	4
Coliformes Fecais	(NMP)	1226	3	16134	4

Avaliação quantitativa

Na avaliação do efeito da variabilidade das vazões na qualidade dos corpos hídricos, foi monitorado o hidrograma durante o período de 1 ano, e com esta série temporal, preliminarmente, determinou-se uma curva de permanência de vazões. Os dados de um ano de monitoramento não são representativos, mas permitem introduzir a discussão da relação quali-quantitativa da qualidade da água perante a resolução CONAMA 20 e os efeitos para o enquadramento dos cursos de água em pequenas bacias. Os dados encontrados para as vazões da mediana à mínima são apresentados na Tabela 4.

Avaliação do impacto no meio

Com a variabilidade das vazões encontradas para as duas seções monitoradas, determina-se a concentração dos parâmetros de qualidade da água, dividindo-se os valores das cargas orgânicas (Tabela 3) pelas vazões com permanências das medianas à mínima (Tabela 4). Os resultados das concentrações estimadas são apresentados na Tabela 5, juntamente com a respectiva classe de enquadramento.

Os valores obtidos demonstram que a qualidade da água no exutório da bacia atende aos requisitos do parâmetro DBO_{5,20} para a classe 2, apenas na condição de vazão mediana. Avaliando-se os cenários para regime de estiagem, prevê-se uma degradação significativa da qualidade da água, apresentando valores de DBO_{5,20} dentro dos padrões de enquadramento relativos às classes 3 e 4. A qualidade da água que adentra a região do Campus da UFSM, referente à sub-bacia de montante, apresenta condições de enquadramento da classe 4 em todos os regimes de vazões de diluição.

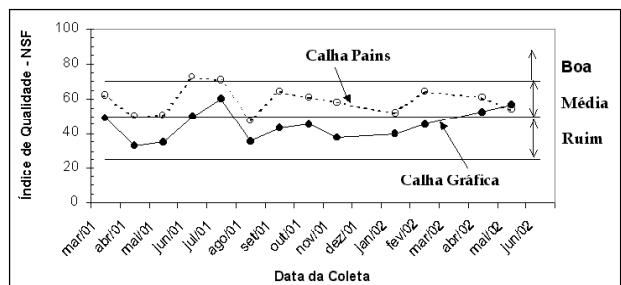


Figura 3. Perfil do Índice de Qualidade da Água - IQA - NSF.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia testada pelo ensaio de aplicação do presente estudo define simplificado sistema de suporte para controle ambiental em pequenas bacias hidrográficas.

Com relação ao monitoramento qualitativo, o mesmo se torna viável com a instalação da estrutura hidráulica, pois a regularização do escoamento, e a estabilidade do leito facilitam o levantamento de parâmetros de qualidade e a avaliação concomitante da vazão, seja por medição direta, que ocorre de forma bastante rápida, em média 20 minutos, ou na impossibilidade desta, pelo uso da curva teórica que apresentou bastante aderência à curva real, da operação de campo.

Com relação ao monitoramento quantitativo dos recursos hídricos, os resultados confirmam os estudos de Silveira (1997) onde foi avaliada a capacidade de utilização das calhas Parshall de fundo raso para monitoramento hidrológico. As calhas implantadas permitiram o monitoramento em 86% do tempo das ocorrências de vazões.

Tabela 3. Valores médios das cargas orgânicas na bacia.

Área de abrangência		Carga DBO _{5,20} (g dia ⁻¹)	População equivalente (habitantes)
CPT	Toda a bacia	42790,98	1.427
CPE	Bacia de montante	35897,82	1.197
CPC	Região do Campus	6893,17	230

Tabela 4. Permanência das vazões na bacia do Campus.

Permanências	Calha da Gráfica (L s ⁻¹)	Calha dos Pains (L s ⁻¹)
Q _{50%}	37,51	117,37
Q _{55%}	32,74	90,82
Q _{60%}	31,34	86,44
Q _{65%}	28,12	81,28
Q _{70%}	24,96	69,94
Q _{75%}	23,63	56,79
Q _{80%}	21,87	50,35
Q _{85%}	20,01	50,35
Q _{90%}	18,43	46,12
Q _{95%}	15,08	40,03

Com relação à avaliação ambiental, verifica-se que a indissociabilidade dos aspectos quali-quantitativos é fundamental para compreensão dos impactos, devido à amplitude de variação de vazão na pequena bacia onde uma mesma carga pode ser diluída.

Foi o que ocorreu na bacia do Campus, onde, mesmo para vazões de pequena magnitude da Q_{50%} à Q_{95%}, ocorreu significativa variabilidade da classe de enquadramento do riacho. Em função do período de avaliação, os parâmetros de qualidade, variaram das classes 2 a 4, mesmo em época de águas baixas.

Outro aspecto importante a ser lembrado é o da localização das estações de monitoramento quali-quantitativo, pois deve permitir da forma mais conveniente o equacionamento das cargas.

No caso do presente estudo, a localização das estações conseguiu isolar sub-bacia de montante para separação e, crédito às fontes das cargas poluidoras, e; o exutório da bacia que traz integrado todo o efeito da ação antrópica. Assim, pelo diferencial de cargas entre as estruturas, pode-se creditar as cargas às fontes.

Também o aspecto da continuidade no tempo do monitoramento e do controle ambiental proporciona condições para verificação de melhorias e da adequação ambiental e justifica, corolário, o uso das calhas, por serem estruturas de concreto armado e, por consequência, serem robustas de grande durabilidade. Entretanto, devem ser tomados cuidados especiais para controlar taludes erodíveis na aproximação do fluxo às calhas. O uso de gabiões é uma solução viável e foi feito pelo estudo.

Tabela 5. Concentração dos parâmetros e classes de enquadramento.

Vazões de Diluição	Calha Gráfica DBO _{5,20} (mg L ⁻¹)	Calha Pains DBO _{5,20} (mg L ⁻¹)	Classe	Classe
Q _{50%}	11,1	4	4,2	2
Q _{60%}	13,3	4	5,7	3
Q _{70%}	16,6	4	7,1	3
Q _{80%}	19,0	4	9,8	3
Q _{90%}	22,5	4	10,7	3
Q _{95%}	27,6	4	12,4	4

Com relação aos resultados da avaliação ambiental do Campus propriamente dito, observou-se que a qualidade da água efluente do Campus é fortemente dependente das contribuições das cargas poluidoras da sub-bacia de montante, tendo em vista os altos valores constatados através do programa de monitoramento. Ações no sentido de equacionar a poluição por carga orgânica proveniente de esgotos sanitários junto à sub-bacia de montante devem ser incentivadas, visando à melhoria da qualidade da água que adentra o Campus. O alto índice de coliformes presentes nas vazões efluentes do Campus indica a necessidade de se buscar uma maior eficiência no sistema de tratamento de esgoto, através da implantação de pós-tratamento do efluente desses sistemas.

O presente projeto permitiu o diagnóstico da situação atual creditando às fontes as cargas poluidoras. O monitoramento continuado permitirá avaliar a melhoria da qualidade ambiental na bacia através da implantação de ações corretivas pela Universidade e o poder público, nas áreas dos respectivos domínios de competência.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a participação solidária dos laboratórios dos Departamentos de, Engenharia Química, Saúde da Comunidade, Hidráulica e Saneamento e a Prefeitura da Cidade Universitária pelo apoio, sem o qual não seria possível implantar o presente projeto. Ao Centro de Processamento de Dados pela manutenção de página na internet para o projeto (www.ufsm.br/baciaescola).

REFERÊNCIAS

- APHA, AWWA, WPCF (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th ed. Washington: American Public Health Association.
- BRASIL (1986). *Resolução CONAMA 20*. Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- BROWN, R. M., McCLELLAND, N. I., DEININGER, R. A., TOZER, R. G. (1970). A Water Quality Index- Do We Dare? *Water and Sewage Works*. October. p339-343.
- IDE, C. N., ROCHE, K. F., TROLI, A. C., GONÇALVES, J. L., IMOLENE, L. M., GAMEIRO, L. F. S., SEIXAS, M. A. C., SCHIO, R. (2000). IQAS para Mato Grosso do Sul: Quais Refletem a Situação Real? XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental, *Tema V-029*, 3 al 8 diciembre, Porto Alegre/RS, Brasil.
- SILVEIRA, A. L. L. (2000). Aspectos Históricos da Drenagem Urbana no Brasil. In: TUCCI, C. E. M., GOLDENFUM, J., DEPETTRIS, C., PILAR, J. (2000). *Hidrologia Urbana na Bacia do Prata*. ABRH, CAPEs, IPH/UFRGS, SETCIP, UNNE, p11-17.
- SILVEIRA, A. L. L. (2001). Problems of Urban Drainage in Developing Countries. International Conference on Innovative Technologies in Urban Storm Drainage, (4.: 2001, June 25-27 Lyon), Novatech 2001, Lyon, GRAYE 2001, v.1., p143-150.
- SILVEIRA, G. L. (1997). *Quantificação de Vazão em Pequenas Bacias Hidrográfica com Dados Escassos*. Tese de doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiente, IPH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SILVEIRA, G. L., REETZ, E. F., HAMESTER, A. (2001). Avaliação do Uso de Calhas Parshall de Fundo Plano para o Monitoramento Quali-Quantitativo de Águas de Drenagem. In: I Seminário de Drenagem Urbana do Mercosul e V Seminário Nacional de Drenagem Urbana, 2001, Porto Alegre. Soluções para a Drenagem Urbana em Países da América Latina. Porto Alegre: UFRGS, Vol. Único, p207-212.
- SILVEIRA, G. L., TUCCI, C. E. M. (1998). Monitoramento em Pequenas Bacias para a Estimativa de Disponibilidade Hídrica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre RS, Vol. 3, n. 3, p97-110.
- TUCCI, C. E. M. (2001a). Urban Drainage Issues in Developing Countries. In: *Urban Drainage in Humid Tropics*. Paris: UNESCO, p23-40.
- TUCCI, C. E. M. (2001b). Urban Drainage Management. In: *Urban drainage in humid tropics*. Paris: UNESCO, p157-176.

Balance of Pollutant Loads Using Quali-Quantitative Monitoring of Water Resources in a Small Hydrographic Basin

ABSTRACT

This paper proposes a methodology for the evaluation of organic loads in a small hydrographic basin, using both qualitative and quantitative aspects of water as a management instrument. This study was performed in a small hydrographic basin partially occupied by the campus of Federal University of Santa Maria. Considering that the area of the campus does not occupy the whole basin, the appropriate modulation of the watershed is proposed by dividing the basin in appropriately to quantify the contributions of pollutant loads from the external area and the loads produced inside the campus. This made it possible to credit the pollutant loads produced to the respective sources and produce a diagnosis of the current situation considering the Brazilian water quality standards.

Key-words: environmental assessment; monitoring; pollution load; small basin.