

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**CONTAMINAÇÃO DE UM PEQUENO LAGO ARTIFICIAL DEVIDO AO
LANÇAMENTO DE ESGOTO DA CANTINA UNIVERSITARIA DA UNIPAMPA
CAMPUS SÃO GABRIEL**

**CONTAMINATION OF A LITTLE LAKE ARTIFICIAL DUE TO SEWAGE
LAUNCH REFECTORY OF UNIPAMPA CAMPUS SÃO GABRIEL**

Sarah Severo Pons, André Carlos Cruz Copetti, Angelo Victor De Medeiros, Lunardo Soca Mattos e
Gustavo Alexandre De Melo Santos

RESUMO

A falta de saneamento é um dos maiores problemas ambientais da população brasileira. De tal modo, o objetivo do estudo foi avaliar o impacto do lançamento do esgoto da cantina universitária em um lago da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus São Gabriel-RS, e as consequências nas características qualitativas da água e no ambiente local, bem como agregar conhecimento sobre questões de poluição ambiental e sobre o uso de sistemas de tratamento. Através de um questionário foi analisado a percepção dos estudantes da universidade quanto ao conhecimento sobre águas residuárias, a situação dos efluentes gerados no campus e sobre os resíduos líquidos gerados na cantina universitária. Foram definidos dezoito pontos de coleta das amostras, sendo dezessete pontos dentro do lago e um ponto de coleta no local de liberação do esgoto para o lago. Foram analisados os parâmetros: cor (UC), turbidez (NTU), pH, condutividade elétrica (CE), sólidos solúveis totais (TSS), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), carbono orgânico total (COT), nitrato (N-nitrato) e surfactantes (SUR). Nos pontos de coleta mais próximo da liberação do esgoto os parâmetros analisados estavam fora das normas do CONAMA nº 357/05.

Palavras-chave: Água, Poluição, Análises, Efluentes.

ABSTRACT

The lack of sanitation is one of the biggest environmental problems of the Brazilian population. So, the objective of this study was to evaluate the impact of the release of sewage from the canteen in a Lake of the Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus São Gabriel-RS, and the consequences on the quality of the water and the local environment, as well as aggregate knowledge about issues of environmental pollution and the use of treatment systems. Through a questionnaire was analyzed the perceptions of students of the University as to the knowledge of wastewater effluents generated situation on campus and on liquid waste generated in the University canteen. Eighteen points were defined sample collection, being seventeen points into the Lake and a collection point at the location of release of sewage into the Lake. The parameters were analyzed: color (UC), (NTU) turbidity, pH, electrical conductivity (EC), total soluble solids (TSS), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total organic carbon (TOC), nitrate (N-nitrate) and surfactants (SUR). Collection points closest to the release of sewage the parameters analyzed were outside the norms of CONAMA nº 357/05.

Keywords: Water, Pollution, Analysis, Effluents.

OBJETIVOS

Avaliar o impacto do lançamento do esgoto da cantina universitária em um lago e as consequências nas características qualitativas da água e no ambiente local, bem como agregar conhecimento sobre questões de poluição ambiental e sobre o uso de sistemas de tratamento de esgoto por zona de raízes. Analisar a percepção dos estudantes da universidade federal do pampa campus São Gabriel, quanto ao grau de conhecimento sobre águas residuárias, a situação dos efluentes gerados no campus e sobre os resíduos líquidos gerados na cantina universitária descartados diretamente no lago.

REVISÃO DE LITERATURA

A falta de tratamento dos esgotos sanitários é considerado um dos maiores problemas ambientais da população brasileira. Segundo o IBGE (2007), no Brasil, 47,2% da população não possui rede coletora de esgoto nem ao menos fossa séptica. Isso significa que quase 100 milhões de habitantes não dispõem desses serviços; o problema é ainda mais grave nas comunidades rurais e de baixa renda.

A qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados à saúde pública. Água encanada e tratada é considerada um grande benefício para as comunidades, mas se esse serviço não vier acompanhado de um sistema de tratamento de esgoto adequado poderá, em certos casos, não solucionar os problemas de saúde relacionados à veiculação hídrica, tal como verminoses, hepatite e diarreia. A Fundação Nacional de Saúde destaca que, a cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento, cerca de R\$ 4,00 é economizado com a saúde (FUNASA, 1994).

Uma parte desses resíduos pode e deve ser submetida a tratamento específico buscando reduzir ao máximo seu poder poluente. No entanto, os sistemas de tratamento indicados pelos órgãos responsáveis podem acarretar em altos investimentos financeiros. Por esta razão, através do uso de tratamentos que reduzam a carga poluidora, tem-se, além do ganho econômico, um ganho ambiental, entre as alternativas está o tratamento por zona de raízes.

No Brasil, a tecnologia de construção e utilização de tratamento de águas residuárias é recente e ainda pouco conhecida. Aos poucos os leitos cultivados têm ganhado espaço como tecnologia empregada principalmente no tratamento de água residuárias (MAIER, 2007; KAICK, 2002), de lixiviados de aterro sanitário (CECCONELLO, 2005; VON SPERLING, 1996), esterco suíno (HUSSAR, 2001; TOBIAS, 2002), contaminação por metais pesados e resíduos indústrias (ANJOS, 2003) e agroindustriais (COPETTI, 2010). Os processos de despoluição ocorrem naturalmente tanto em ambientes naturais como em ambientes artificiais. A estação de tratamento de efluentes (ETE) difere dos ambientes naturais por proporcionar controle em alguns fatores e processos. Os leitos cultivados agem como um filtro biológico, onde os mecanismos físico-químicos, as reações de degradação biológica aeróbica e anaeróbica, a evapotranspiração e a infiltração são responsáveis pela concentração final de poluentes (HUSSAR, 2001; MANSOR, 1998). Segundo esses autores o tratamento do efluente ocorre através da associação substrato com as plantas. As raízes das plantas se fixam no substrato e retiram os elementos essenciais ao seu desenvolvimento, oxigenam e criam ambiente biológico e químico favorável para o desenvolvimento dos micro-organismos que degradam a matéria orgânica e excretam substâncias bactericidas, eliminando parte dos coliformes fecais.

Maier (2007), estudando a eficiência de estações de tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes em estabelecimentos de agricultores familiares de uma pequena bacia hidrográfica rural na remoção de poluentes, constatou que ela teve uma eficiência de aproximadamente 90% na remoção do fósforo do efluente. Nogueira (2003) e Valentim

(1999) observaram decréscimos de 60 e 48% nos teores de fósforo total, respectivamente. As ETEs também são eficientes na diminuição dos teores de nitrogênio total (MAIER, 2007 - 75 a 80%; NOGUEIRA, 2003 - 72%; PARESCHI, 2004 - 75 a 85%). O sistema de tratamento mostrou-se eficiente, pois houve redução na carga orgânica, com queda na DBO (MAIER, 2007 - 99%; ROSTON, 1993 - 90%; KAICK, 2002 - 84%; COSTA, 2003 - 88%; PARESCHI, 2004 - 86%).

O Campus São Gabriel, que é considerado o campus verde dentro da UNIPAMPA por apresentar cursos diretamente ligados às questões ambientais, portanto, o desenvolvimento e aperfeiçoamento de diferentes tecnologias de interesse ambiental são fundamentais. Dentre outros aspectos, a contaminação do solo e da água é a que mais carece de estudos dentro do campus. Este fato é agravado devido a cantina universitária realizar o descarte grande parte dos seus resíduos de forma incorreta na área.

METODOLOGIA

A primeira etapa consistiu na realização da coleta e análise das águas do lago da UNIPAMPA campus São Gabriel - RS, onde foram demarcados dezoito (18) pontos de coleta dispostos na área, sendo dezessete (17) pontos situados dentro do lago, distribuídos em linhas paralelas ao ponto de descarte dos resíduos, e um ponto de coleta situado no local de liberação do esgoto para o lago.

Com o auxílio de um barco, foram demarcados dentro do lago através do uso de estacas de madeira, os dezessete primeiros pontos, efetuando a coleta com a utilização de um Becker de vidro para cada amostra, já realizando após cada coleta as análises da quantidade de oxigênio dissolvido e temperatura da amostra em cada ponto. Por fim foi efetuada a coleta do décimo oitavo ponto situado no local de vazão dos resíduos, que se trata um cano PVC conectado a duas caixas biodigestoras que realizam a filtragem física dos rejeitos da cantina, mas devido ao mau planejamento entrou em colapso lançando os rejeitos no solo e lago.

Depois de realizada a coleta, as amostras foram levadas a laboratório de recursos hídricos da Universidade Federal do Pampa onde foram analisados os parâmetros: cor (UC), turbidez (NTU), pH, condutividade elétrica (CE), sólidos solúveis totais (TSS), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), carbono orgânico total (COT), nitrato (N-nitrato) e surfactantes (SUR). As coletas foram realizadas em dois dias e horários distintos, sendo a primeira iniciada as 11h08min sendo finalizada as 12h15min, e a segunda iniciando-se as 12h22min sendo finalizada as 13h06min.

A segunda etapa do projeto foi a elaboração de um questionário que foi aplicado junto comunidade acadêmica da UNIPAMPA campus São Gabriel - RS, para análise do conhecimento sobre a atual situação de descarte de efluentes no local. O questionário que foi aplicado entre os diferentes cursos e turnos, onde possibilitou a obtenção de diferentes pontos de vista e a verificação do quanto os discentes estavam cientes da situação.

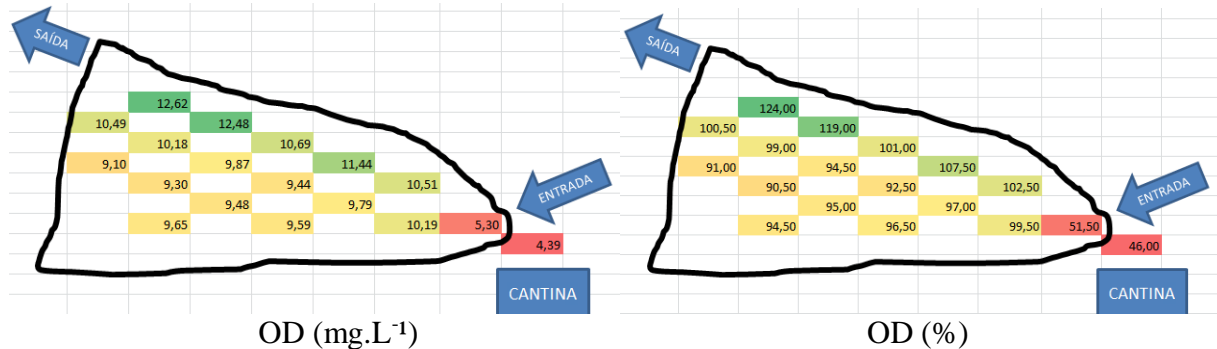
RESULTADOS E CONCLUSÕES

A partir da realização das análises laboratoriais, foram elaborados mapas que ilustram os pontos de coletas de amostras de água, a delimitação do lago e o local de entrada e saída dos efluentes.

Os resultados das análises de oxigênio dissolvido encontram-se na FIGURA 1, os valores estão expressos em mg.L^{-1} e em porcentagem (%). O oxigênio dissolvido o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Além de ser importante na manutenção da vida, contribui nos processos de autodepuração por oxidação de compostos no rio. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. As perdas são o consumo pela

decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 1998).

FIGURA 1: Resultado da análise de Oxigênio Dissolvido em mg.L^{-1} e em %. Valores representados em escala de cores sendo vermelho os menores valores e verde os maiores.



Conforme definido pela resolução CONAMA nº 357/05, não é tolerável um nível de oxigênio dissolvido inferior a $6,0\text{mg.L}^{-1}$, e níveis abaixo desse valor foram encontrados em dois pontos de coleta mais próximos do lançamento do esgoto. É sabido que, de fato, uma menor concentração de oxigênio em meio aquoso pode causar a morte dos organismos, de modo que o acompanhamento constante deste parâmetro é de importância fundamental.

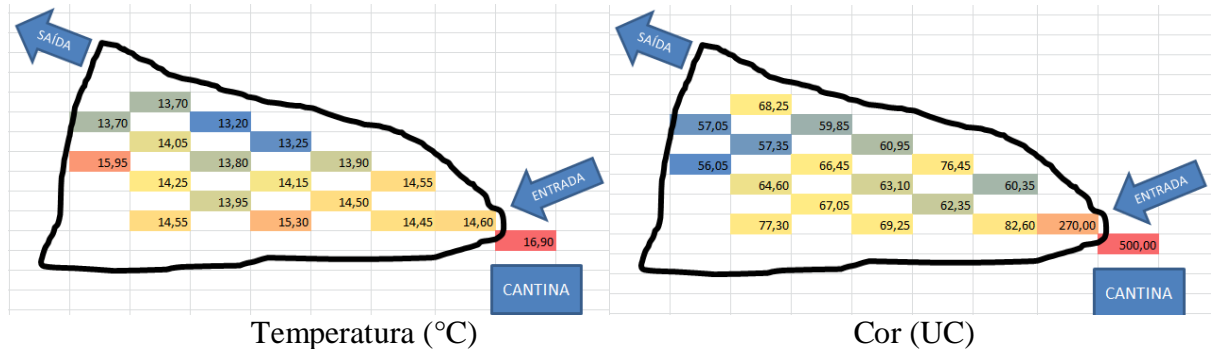
Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a $4,0\text{mg.L}^{-1}$, e em alguns pontos amostrados foram encontrados valores bem próximos a este limite.

A fotossíntese de algas é uma fonte importante de oxigênio nas águas e este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. Este efeito pode "mascarar" a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10mg.L^{-1} , caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos de baixa velocidade aonde chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície (CETESB, 2008). Tais características foram observadas em locais onde ocorre grande presença de algas no lago, que se pode ver que a sua porcentagem foi superior a 100%.

A FIGURA 2 mostra os valores de temperatura e cor das amostras coletadas, onde se pode perceber que quanto mais próximo da cantina mais elevados os valores. Isto pode ser explicado pela diferença de horários de coleta, onde os primeiros pontos foram coletados em um horário com temperaturas mais amenas, quando em comparação com o horário final da coleta e a cor por estar próximo do local de entrada do esgoto.

A temperatura da água depende do regime climático da região onde está inserida e pode apresentar variações sazonais e diurnas. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, estação do ano, altitude, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2006). A temperatura tem influência nos parâmetros físicos, químicos e nas atividades biológicas. A Resolução Conama não estabelece limites para temperatura da água.

FIGURA 2: Resultado da análise de temperatura e cor. Valores representados em escala de cores sendo vermelho os maiores valores e verdes os menores.

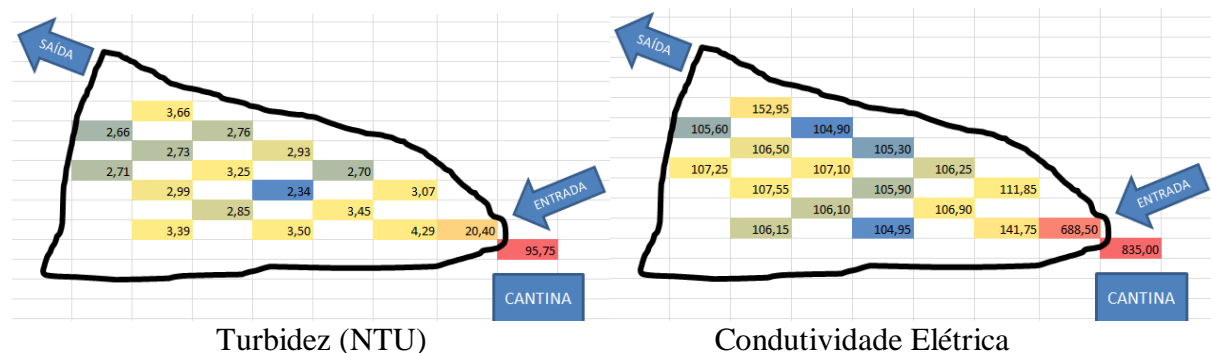


A turbidez e a cor elevadas reduzem a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, pois dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez e a cor podem influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afetam adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2008).

A turbidez é um importante parâmetro de qualidade da água. Sua expressão em unidades nefelométricas (NTU) é uma medida indireta da concentração de material suspenso, que interfere na atenuação da radiação solar. Ela indica a alteração da penetração da luz provocada por partículas em suspensão, como bactérias, argilas e silte ou fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água. A presença dessas substâncias provoca a dispersão e a absorção da luz, dando à água aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (PINTO, 1998).

Quanto aos resultados de turbidez e condutividade elétrica (FIGURA 3) ambos obtiveram um comportamento crescente conforme a aproximação do ponto de liberação do esgoto. Além disso, as concentrações destes parâmetros foram superiores as recomendadas pelo CONAMA Resolução 357/05, classe I.

FIGURA 3: Resultado da análise de turbidez e condutividade elétrica. Valores representados em escala de cores sendo vermelho os maiores valores e verdes os menores.



A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados. Neste lago todas as avaliações deste parâmetro foram superiores aos valores considerados normais, mostrando que a água do local é considerada altamente impactada.

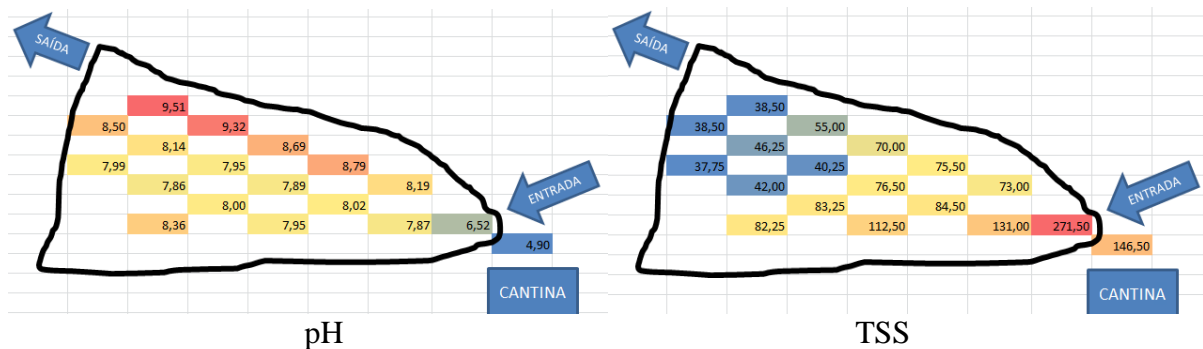
A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta e por isto os locais mais próximos à liberação do esgoto apresentaram valores superiores. Valores altos de condutividade podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2008).

O pH influencia nos ecossistemas aquáticos tanto diretamente nos processos fisiológicos quanto indiretamente, contribuindo na precipitação de elementos químicos e na solubilidade de nutrientes. O valor do pH é função do balanço entre carbonato-bicarbonato.

Além disso, o pH apresenta a acidez ou a basicidade das águas, que podem ter origens em fatores naturais do terreno ou resultantes de poluentes dissolvidos na água. Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

Os resultados encontrados para pH e sólidos solúveis totais (TSS), podem ser observados na FIGURA 4, onde se nota que os valores de pH vão se tornando mais ácido conforme a proximidade do local de entrada dos resíduos líquidos. Os critérios de proteção à vida aquática estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 estabelece que os valores de pH não devam ser inferiores a 6 e superiores a 9 para águas doces.

FIGURA 4: Resultado da análise de pH e sólidos solúveis totais. Valores representados em escala de cores sendo vermelho os maiores valores e verdes os menores.



Quanto ao pH, que é fundamental para crescimento bacteriano, em alguns pontos de coleta não se manteve dentro da faixa estipulada pelo CONSEMA, que é entre seis e nove. A estabilidade do pH é desejada quando se está dentro da faixa adequada para o crescimento bacteriano, pois não afeta o desenvolvimento desses micro-organismos devido as quedas bruscas ocasionadas pela produção de ácidos orgânicos, compostos intermediários do processo, e ajuda na estabilização do metabolismo anaeróbicos (ZANELLA, 2008).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio consumida por atividade biológica em uma determinada temperatura e período. É um importante parâmetro para quantificar a matéria orgânica no rio. Um grande valor da DBO também pode causar o deplecionamento de oxigênio e, conseqüentemente, problemas ao restante da comunidade.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a medida de matéria orgânica consumida por reação química. Normalmente é um valor maior que a DBO já que as reações químicas são capazes de degradar material mais resistente que não é degradada por atividade biológica.

O carbono orgânico total (COT) é uma expressão que denomina toda a matéria orgânica presentes em uma amostra aquosa e por isso foi superior nos pontos onde os resíduos da cantina são liberados.

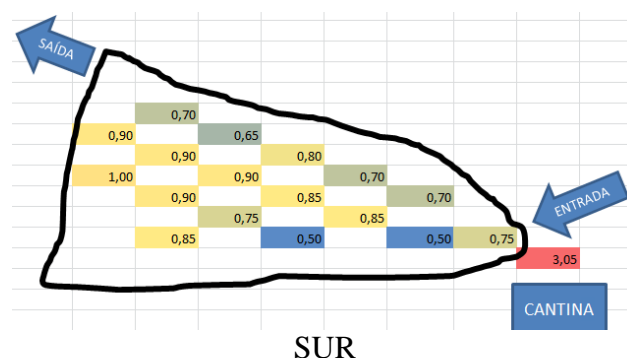
Nutrientes como o fósforo e o nitrogênio podem causar a diminuição do oxigênio e a eutrofização quando despejados em cursos de água naturais. A Resolução RDC nº 274 da ANVISA (BRASIL, 2005) traz, dentre outras coisas, os limites máximos que devem ser obedecidos nas águas minerais para substâncias químicas que representam risco à saúde. Nesse sentido, o VMP para concentrações de nitrato em águas minerais é $50 \text{ mg} \cdot \text{NO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$. Assim sendo, todos os valores de nitrato se encontram dentro da normalidade dentro do lago.

Quanto à presença de detergentes ou surfactantes (FIGURA 7), que são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob algumas condições especificadas. As indústrias de detergentes descarregam efluentes líquidos com cerca de $2000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ do princípio ativo. Outras indústrias, incluindo as que processam peças metálicas, empregam detergentes especiais com a função de desengraxante. As descargas indiscriminadas de detergentes nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética provocados pela formação de espumas.

Os esgotos sanitários possuem de $3 \text{ a } 6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de detergentes, onde somente um ponto amostrado apresentou valor com tal concentração, que foi onde se localiza o cano de saída dos resíduos.

Além disso, os detergentes podem exercer efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos. Os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia linear (LAS) têm substituído progressivamente os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia ramificada (ABS), por serem considerados biodegradáveis. No Brasil esta substituição ocorreu a partir do início da década de 80 e embora tenham sido desenvolvidos testes padrão de biodegradabilidade, este efeito não é ainda conhecido de forma segura. Os testes de toxicidade com organismos aquáticos têm sido aprimorados e há certa tendência a serem mais utilizados nos programas de controle de poluição. Os detergentes têm sido responsabilizados também pela aceleração da eutrofização. Além da maioria dos detergentes comerciais empregados possuírem fósforo em suas formulações, sabe-se que exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas.

FIGURA 7: Resultado da análise de surfactantes. Valores representados em escala de cores sendo vermelho os maiores valores e verdes os menores.



Com isso nota-se que os poluentes que chegam ao lago estão desencadeando um processo de eutrofização, com a grande demanda de algas que se proliferam constantemente no interior do lago, e sua superfície que tem se tornado cada vez mais coberta por macrófitas aquáticas, se tornando visível para os pesquisadores que utilizam do local para experimentos com espécimes de fauna aquática as futuras situações de risco que correm suas pesquisas. Os resíduos despejados no lago acabaram por prejudicar a biodiversidade local devido as

substâncias contidas, que causaram uma deterioração do solo e da flora localizada no perímetro da área de descarte. Em contato com esses resíduos, a vegetação tem entrado em estado de putrefação acabando por exalar um odor desagradável que permanece na área em torno do lago e cantina, conduzindo a área em um estado de transição para um ambiente pantanoso.

Através da aplicação do questionário, se pode que 71,96% dos alunos não sabem qual a situação da universidade referente à rede coletora de esgoto da cidade e 51,4% não sabem se o campus tem seus efluentes tratados ou não. Analisando os resultados percebeu-se também que 74,77% dos alunos já se sentiram incomodados devido ao odor exalado da área que já se encontra em estado de putrefação, algo que se torna demasiadamente desagradável principalmente no período de almoço onde se faz mais intenso o sol, e o calor intensifica o odor. Pouco mais da metade dos discentes que responderam o questionário (50,47%) perceberam locais próximos a universidade com descarte de esgoto em locais inapropriados, o que é evidente devido ao campus São Gabriel estar situado em uma zona mais afastada da área urbana da cidade.

Buscando-se saber o quanto a comunidade discente sabia sobre “águas cinzas” e sobre o perigo ambiental do não tratamento destas, descobriu-se 79,44% não sabem o que são e 76,63% não sabem do risco ambiental do descarte dessas águas ao meio ambiente, e principalmente do perigo ambiental que se encontra a UNIPAMPA campus São Gabriel. Visando uma futura intervenção através do uso de alternativas eco eficiente, se tem optado pelo Tratamento de Efluentes por Zona de Raízes, uma tecnologia que vem ganhando espaço nos locais de necessidade, decidiu-se também abordar durante a aplicação do questionário onde foi possível analisar que 48,6% dos discentes que participaram já ouviram falar ou tem conhecimento desta alternativa ecológica de grande ação efetiva para o tratamento de águas residuárias.

LIMITAÇÕES

Foram encontradas limitações quanto à falta de equipamentos para a realização de análises que poderiam demonstrar parâmetros importantes na avaliação da qualidade da água, como a presença de coliformes fecais.

RECOMENDAÇÕES DE ESTUDOS

Diante do exposto, a estação de tratamento de esgoto por meio de zonas de raízes será uma alternativa prática, acessível e eficiente para o tratamento de resíduos gerados pela cantina universitária da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) campus São Gabriel-RS. A principal vantagem desse tratamento é que pode ser idealizada de acordo com a realidade local, maximizando sua eficiência quanto à diminuição da demanda química e bioquímica de oxigênio, da remoção de nutrientes e do máximo controle sobre o sistema hidráulico e da vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, J.A.S.A. dos. **Avaliação de uma zona alagadiça (wetland) no controle da poluição de metais pesados: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação.** 2003. 328 f. Tese (Doutorado em Engenharia/Engenharia Mineral) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** 2ª edição. Porto Alegre: Bockman, 2002.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC no 274 de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CECCONELO, C.M. **Pós-tratamento de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos utilizando leitos cultivados**. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

CETESB, Companhia Estadual de Saneamento Ambiental. **Variáveis de Qualidade da Água**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. São Paulo. Acesso em: 20 jun.2016.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. São Paulo, 2008: 41p. (Séries relatórios)

COPETTI, A.. **Monitoramento Inteligente e Sensível ao Contexto na Assistência Domiciliar Telemonitorada**. Tese de Doutorado. IC-UFF, 2010. Orientador: J.C.B. Leite. Coorientador: O. Loques.

COSTA, L. de L. et al. **Eficiência de Wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colífangos e bacteriófagos**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 3, n. 1. 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Inerciência, 1998.

HUSSAR, G.J. **Avaliação do desempenho de leitos cultivados no tratamento de águas residuárias de suinocultura**, 2001. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Água e Solo) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo 2000**. Disponível

em:<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/97/cd_2010_familias_domicilios_a_mostra.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2016.

KAICK, T.S.V. **Estação de tratamento de esgotos por meio de zona de raízes: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná**. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2002.

FRANCA, R.M.; FRISCHKORN, H.. SANTOS, M.R.P.; MENDONÇA, L.A.R.; BESERRA, M.C. **Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte/CE**. Engenharia Sanitária Ambiental, 2006.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. Brasília: Ministério da Saúde, 1994. 255 p.

MAIER, C. **Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

- MANSOR, M.T.C. **Uso de leito de macrófitas no tratamento de água residuárias.** 1998. 134 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola/Água e Solo) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- NOGUEIRA, S.F. **Balço de nutrientes e avaliação de parâmetros biogeoquímicos em áreas alagadas construídas para tratamento de esgotos.** 2003. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- PARESCHI, D.C. **Caracterização da fauna rotífera em área alagada construída para tratamento de esgoto doméstico.** 2004, 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio (MS).** 1998. 175p. Tese (Doutorado e Geociências) – Universidade Estadual Paulista/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 1998.
- ROSTON, D.M.; **Considerações sobre o uso de leitos de macrófitas no tratamento de resíduos de pequenas comunidades rurais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. Anais... Ilhéus: SBEA, 1993.
- TOBIAS, A.C. **Tratamento de resíduos de suinocultura:** uso de reatores anaeróbios sequenciais seguido de leitos cultivados. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- VALENTIM, M.A.A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado.** 1999. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Campinas, São Paulo, 1999.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: DESA, 1996. 243 p.
- ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários:** Wtlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. 2008. 189 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, São Paulo, 2008.