CARACTERIZAÇÃO E PROPOSIÇÃO PARA O REUSO DAS ÁGUAS PLUVIAIS COLETADAS NAS RODOVIAS DO ENTORNO DE UMUARAMA

Jéssica Gabriel da Silva[1], Alexandre Botari[2], Janaina Conversani Botari[3] , Adalberto Koodi Takeda[4], Claudio da Rocha Brito[5]

Abstract *— Historically, the rain water collected by the drainage system of highways has been forwarded (willing) directly to the streams (surface water sources). With the recent tightening environmental legislation, the public bodies responsible for the design and maintenance of highways are forced to adjust the release of storm water springs of the noblest classes. Therefore, the rain water collected on the roads in the vicinity of Umuarama, constitutes an interesting alternative to mitigate the environmental impact in question. So the goal of this study is to characterize the quality of rain water, aiming at drawing up a proposal and design of unit operations to enable the use of collected water in agriculture, which included laboratory tests to determine physical and chemical quality. So we propose units that carry out the unit operations necessary to use the water collected by the drainage system on the basis of water quality characterized.*

Index-terms *—characterization, storm water, highway.*

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores reservas hídricas do mundo, detém cerca de 12% de água doce superficial disponível no planeta. A água além de ser um bom solvente é uma substância que desempenha um importante papel na absorção da radiação infravermelha, crítica no efeito estufa. A água também possui um calor específico alto, que ajuda na regularização do clima global.

Durante muito tempo a água foi considerada um recurso infinito, pois a generosidade da natureza fazia crer em inesgotáveis mananciais, abundantes e renováveis. Hoje, o mau uso, aliado à crescente demanda pelo recurso, vem preocupando especialistas e autoridades no assunto, pelo evidente decréscimo da disponibilidade de água limpa em todo o planeta.

Com isso nos últimos anos, houve um avanço na tecnologia de uso da água de chuva em residências construindo um sistema para captação, filtragem e armazenamento da água. A captação é feita com a instalação de um conjunto de calhas no telhado, que direcionam a água para um tanque subterrâneo ou cisterna, onde ela será armazenada. Junto a esse reservatório, é necessário instalar um filtro para retirada de impurezas, como folhas e outros detritos, e uma bomba, para levar o líquido a uma caixa d'água elevada separada da caixa de água potável.

Embora não seja própria para beber, tomar banho ou cozinhar, a água de chuva tem múltiplos usos numa residência. Entre eles, a rega de canteiros e jardins, limpeza de pisos, calçadas e playground e lavagem de carros (gastos que representam cerca de 50% do consumo de água nas cidades), além de descarga de banheiros e lavagem de roupas. Para isso, no entanto, é preciso alterar as tubulações já existentes e construir um sistema paralelo ao da água potável. Um grande e rotineiro exemplo de contaminação dos manancias superficiais e até mesmo subterrâneos é a contaminação agrícola, que se dá através do uso intensivo de agrotóxicos e adubos na agricultura, no entanto, a contaminação dos corpos d'água pode aparecer de vários modos, incluindo a poluição térmica, que é a descarga de efluentes a altas temperaturas, poluição física, que é a descarga de material em suspensão, poluição biológica, que é a descarga de bactérias patogênicas e vírus, e poluição química, que pode ocorrer por deficiência de oxigênio, toxidez e eutrofização. Outro exemplo de contaminação dos manancias são as águas pluvias, exemplo este que motivou a elaboração deste artigo.

A malha asfáltica nas vias urbanas e nas rodovias está sujeito à ação abrasiva dos pneus e das cargas dinâmicas dos veículos. Em locais de tráfego mais intenso, falhas nos serviços de manutenção da via propiciam o aparecimento de trincas que, com o tempo, vão, progressivamente, deteriorando a qualidade do pavimento. Dessa forma, os materiais que compõem a base ficam sujeitos à ação erosiva da chuva. Com o escoamento da água pluvial há uma transferência de resíduos sólidos e carga de poluentes (como

1 Jéssica Gabriel da Silva, Tecnólogo em Meio Ambiente, Av.Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br
2 Alexandre Botari, Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br
3 Janaina Conversani Botari, Professor Colaborador do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, jcbotari2@uem.com.br
4 Adalberto Koodi Takeda, Professor Assistente do Departamento de Tecnologia DTC da Univesidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219333, adalbertotakeda@yahoo.com.br
5 Claudio da Rocha Brito, President of Council of Researches in Education and Sciences, Rua Frei Gaspar, 931, room 86, 11.310-061, São Vicente, SP, Brazil, cdrbrito@copec.org.br

óleos e graxas) para o corpo receptor causando grandes impactos nos corpos d'água. As ações de manutenção das vias contribuem para preservar os mananciais, pois somente as galerias pluviais não são suficientes para solucionar esse problema[1].

Assim há um grande interesse pela caracterização detalhada desta água para a reutilização da mesma em atividades agrícolas. Esse interesse se justifica, em grande parte, pela crescente escassez dos recursos hídricos.

Os resultados obtidos através das análises laboratoriais revelarão a dispensabilidade ou a necessidade de qualquer processo corretivo para o seu reuso.

DESENVOLVIMENTO

TIPOS DE CHUVA

São três os tipos de chuvas para a Hidrologia: chuvas orográficas, chuvas frontais e chuvas convectivas.

As chuvas orográficas são normalmente provocadas pelo deslocamento de camadas de ar úmido para cima devido à existência de elevação natural do terreno por longas extensões, ou seja, Ocorre quando uma nuvem encontra um alto obstáculo em seu caminho, como uma grande elevação do terreno, cadeia de morros, serra, etc. Caracterizam-se pela longa duração e baixa intensidade, abrangendo grandes áreas por várias horas continuamente e sem descargas elétricas.

As chuvas frontais originam-se pelo encontro de massa fria (e seca) com outra quente (e úmida), podendo produzir ventos fortes e grandes quantidades de raios, são mais fortes que as chuvas orográficas [1][2].

As convectivas são precipitações formadas pela ascensão das massas de ar quente da superfície, carregadas de vapor d'água. Pode produzir ventos locais e muitos raios. Ao subir o ar sofre resfriamento provocando a condensação do vapor de água presente e, consequentemente, a precipitação. São características deste tipo de precipitação a curta duração, alta intensidade, frequentes descargas elétricas e abrangência de pequenas áreas. São as chamadas chuvas típicas de verão, com grande intensidade e curta duração (é menos comum no inverno) [2][3].

ÁGUAS PLUVIAIS

É considerada água pluvial a água provinda das chuvas que é coletada pelos sistemas urbanos de saneamento básico nas chamadas galerias de águas pluviais ou esgotos pluviais (sistemas de drenagem pluviais) e que pode ter tubulações próprias de sistema separador absoluto, sendo posteriormente lançadas nos cursos d'água.

SISTEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL

Um sistema de drenagem de águas pluviais é composto de uma série de unidades e dispositivos hidráulicos, como guias, sarjetas, galerias entre outros. A Drenagem Pluvial tem como função evitar alagamentos, proporcionando um rápido escoamento da água evitando erosões, eliminar lamaçais e locais de água parada e ordenar a introdução de águas captadas aos cursos de águas da região [3]. Apesar da inegável utilidade deste sistema, ele não é suficiente para minimizar o impacto ambiental proveniente da poluição encontrada na malha asfáltica.

MEDOLOGIA

COLETA DE MATERIAIS

O material foi coletado durante a chuva com a condição de que a água já estivesse correndo há pelo menos 40 minutos sobre o asfalto, permitindo que os dejetos retirados da pista de rodagem fossem recolhidos.Foram feitas duas coletas para o estudo, em quatro pontos, sendo um em cada rodovia. A primeira coleta foi realizada no dia 03/09/2009, recolhidas nas rodovias PR 323, PR 480, PR 489 e PR 580. A segunda coleta foi realizada no dia 06/10/2009, nas mesmas rodovias citadas. Durante a coleta pode-se perceber que em muitas rodovias não há um sistema adequado para a disposição final da água pluvial (figura I), e também se percebe visivelmente manchas de óleo na água que ao escoar vão causar contaminação nos corpos d'água (figura II).

Para que a análise tivesse consistência em seus resultados alguns parâmetros tiveram que ser analisados logo após a coleta, sendo eles: pH (Potencial Hidrogeniônico), Turbidez e Condutividade, Coliformes Fecais e Coliformes Totais, sendo que outros parâmetros que não exigiam análise imediata foram analisados posteriormente em laboratório tais como: Óleos e Graxas, DQO (Demanda Química de Oxigênio) e Sólidos Totais[4].

FIGURA. I
DISPOSIÇÃO FINAL INADEQUADA DA ÁGUA PLUVIAL (RODOVIA PR 580).

FIGURA. II
MANCHA DE ÓLEO NA ÁGUA PLUVIAL.

FIGURA. III
FUNIL DE SEPARAÇÃO COM DUAS FASES.

As análises laboratoriais das águas coletadas, foram feitas de maneiras adequadas e com rigorosas precisões para que com os resultados obtidos, fossem encontradas uma disposição final adequada para a água pluvial das rodovias do entorno de Umuarama - PR.

Os parâmetros de pH, turbidez e de condutividade foram respectivamente realizados pelos aparelhos pHmetro, turbidímetro e condutivímetro, todos calibrados para se obter resultados confiáveis.

Para a realização das análises de óleos e graxas foram adicionados em um funil de separação juntamente com a água coletada, éter de petróleo, etanol e HCL (P.A). Após algumas horas, acontece uma separação onde existe duas fases, a mistura de etanol em água pluvial e a fase do éter de petróleo (figura III). A primeira fase é recolhida em um Becker e descartada, e a segunda é colocada em uma cápsula tarada, levada em banho-maria depois à estufa e por fim ao dessecador.

Já na determinação dos sólidos totais, foi preciso calcinar a cápsula na mufla a uma temperatura entorno de 550 °C, após o resfriamento da cápsula foi transferido a amostra coletada para a mesma e levado para a estufa. Aproximadamente 24 horas depois da secagem da água (figura IV), a cápsula é levada para o dessecador e depois para a pesagem.

Na realização da DQO, as amostras foram feitas em duplicatas colocando, em tubos a amostra, o oxidante e a solução de catálise. Deixou por 120 minutos a uma temperatura de 150° C, após foi realizada a leitura no espectrofotômetro.

Nos coliformes, foi pipetado 10 mL da amostra em 5 tubos contendo Lauril Sulfato, levado à estufa a temperatura de 35°C por 48 horas. Após se passar as horas com a ajuda de um palito a amostra foi inoculada, em mais 5 tubos contendo E.C e outros 5 contendo Verde Brilhante. As amostras no meio E.C (coliformes fecais) foram levadas para banho-maria a uma temperatura de 45°C durante 24 horas. E as amostras contendo Verde Brilhante (coliformes totais) foram levadas para a estufa a 35°C permanecendo 48 horas. Após esse período os resultados foram todos positivos sendo o número mais provável (NMP) >16 por 100 ML.

FIGURA. IV
CÁPSULA APÓS SECAGEM NA ESTUFA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

TABELA I
RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DA PRIMEIRA COLETA

Rodovias	*pH*	*Condutividade* (µS/cm)	*Turbidez* (NTU)	*Óleos e graxas* (mg/l)	*Sólidos Totais* (mg/l)	*DQO*	*Coliformes Fecais*	*Coliformes Totais*
PR 489	8,41	103,7	107,3	48	200	99,3	+	+
PR 323	7,88	151,4	208,1	40	400	118,3	+	+
PR 480	6,44	104,4	159,6	80	300	311,6	+	+
PR 580	7,17	92,6	292,7	80	1200	250,9	+	+

TABELA II
RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DA SEGUNDA COLETA.

Rodovias	*pH*	*Condutividade* (µS/cm)	*Turbidez* (NTU)	*Óleos e graxas* (mg/l)	*Sólidos Totais* (mg/l)	*DQO*	*Coliformes Fecais*	*Coliformes Totais*
PR 489	7,56	50,3	90,09	40	100	539,1	+	+
PR 323	6,28	131,1	491,4	40	900	1.183,6	+	+
PR 480	7,09	72,7	190,1	20	600	880,2	+	+
PR 580	5,26	55,8	255,5	40	300	880,2	+	+

O município de Umuarama encontra-se entre os rios Ivaí e Piquiri, que desaguam no rio Paraná. Num raio de nove quilômetros entorno da cidade de Umuarama estão as cabeceiras dos seguintes ribeirões [5]:

- Vermelho: nasce no fundo do seminário Bom Pastor e deságua no rio Xambrê;
- Pinhalzinho: tem sua nascente no Bosque do Índio e deságua no no Goioerê;
- do Veado: nasce na farinheira (Companhia Lorenz) e deságua no Rio Paraná; e
- Piava, que abastece a cidade de Umuarama e deságua no rio Anta, e depois no rio Ivaí.

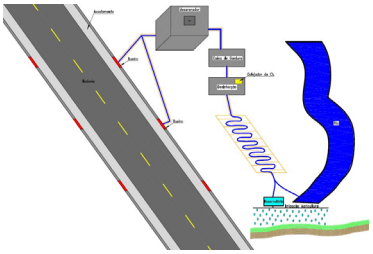
As soluções encontradas para diminuir os impactos ambientais e proporcionar a reutilização dessas águas são os sistemas de águas pluviais (ilustrados logo abaixo).

FIGURA. V
SISTEMA "A" DE TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

O desarenador é a parte do sistema pluvial que faz a desarenação ou remoção de areia da água pluvial coletada. Tem por finalidade eliminar ou diminuir os sólidos discretos, também reduzir a possibilidade de obstruções no sistema, evitarem o desgaste por atrito nos equipamentos e tubulações e facilitar o manuseio da água pluvial ao longo da unidade de tratamento[6].

Para que um desarenador obtenha o máximo de rendimento, deverá ser observado o seu funcionamento de acordo com as características dos dispositivos instalados no sistema.

FIGURA. VI
SISTEMA "B" DE TRATAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL



O sistema B de tratamento de águas pluviais é composto por tubulações ligadas aos bueiros, que chegam até o desarenador, passam pela caixa de gordura para a amenização dos óleos e graxas. Em seguida vai para o processo de desinfecção onde há um gotejador de Cloro e por fim a água é disposta em uma **chicana** onde é encaminhada para o rio ou para o reuso na agricultura.

O processo do desarenador e de cloração é o mesmo do sistema A o único processo que é diferenciado e acreditamos que torna o sistema B mais eficaz que o A, é caixa de gordura. A caixa de gordura possui características como: capacidade de acumulação de gordura entre cada operação de limpeza, condições de tranquilidade suficiente para permitir a flutuação do material, dispositivos de entrada e saída convenientemente projetados para permitir ao afluente e efluente escoarem normalmente[8].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos integrados sobre a qualidade das águas pluviais são absolutamente necessários para se alcançar o entendimento e a obtenção de tecnologias adequadas para um tratamento e uma disposição final adequada. Estas devem considerar tanto os aspectos relacionados aos problemas de drenagem quanto aquele associado à utilização das águas.

Portanto este trabalho objetivou caracterizar as águas pluviais coletadas nas Rodovias no entorno de Umuarama, Pr, e elaborar dois sistemas de tratamento de água pluvial, denominados de "A" e "B", o qual terá a função de qualificar a água destinando-as para a reutilização na agricultura (culturas apropriadas) ou descarte da mesma em corpos d'água sem quaisquer impactos ambientais.

Os sistemas terão tubulações ligadas da água coletada até o desarenador, onde os sólidos discretos são eliminados posteriormente passando pelo tanque de sedimentação ou pela caixa de gordura e por fim ambos os sistemas destinarão a água para a desinfecção (gotejamento – por gravidade), processo importantíssimo para o tratamento.

Após o tratamento as águas pluviais das rodovias poderão ser reutilizadas para fins não alimentícios apenas na irrigação de árvores nativas, bambus, eucaliptos, etc.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e técnico obtidos do laboratório de poluição e saneamento do Dpartamento de Tecnologia DTC, no Campus Regional de Umuarama e do Centro de Tecnologia – CTC da Universidade Estadual de Maringá – UEM, respectivamente, para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] SILVA, J. G. Caracterização e Reuso das águas pluviais coletadas nas rodovias do entorno de Umuarama, Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Meio ambiente do Depto de Tecnologia do Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá – UEM –Campus Regional de Umuarama, 2009.

[2] Jordão, Eduardo Pacheco, 1939- Tratamento de Esgotos domésticos/ Eduardo Pacheco Jordão, Constantino Arruda Pessoa- 4ª edição-Rio de Janeiro, 2005. 932p

[3] Tipos de chuva. Acesso em 28 nov. 2009. Disponível em: http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/chuvas/chuvas.php

[4] ADEMA. Projeto Olho D'Água. Umuarama, 2007

[5] Von Sperling, Marcos - Princípios básicos do tratamento de esgotos/ Marcos Von Sperling – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. Volume 2.

[6] Richter, Carlos A., 1936- Tratamento de água: tecnologia atualizada/ Carlos A. Richter, José M. de Azevedo Netto - São Paulo: Edgard Blücher, 1991.