



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM DE ÁGUA

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND WATER RECYCLING

ABIB, Carlos Henrique; ALONSO, Denise de Fátima; FERNANDES, Solange Aparecida; SAAD, Antonio Roberto; SILVA, Vanda dos Santos.

RESUMO: A água é de suma importância para a sobrevivência humana. O próprio Planeta adota a reciclagem da água há milhões de anos, por meio do ciclo hidrológico. A cidade de Guarulhos possui problemas de abastecimento público, necessitando de fontes externas. A solução para a crise ambiental exigirá nova atitude que promova a sustentabilidade e a autorrestrrição, então, se cada célula social, cada organização puder dar sua contribuição a essa tarefa, será atingida com maior eficiência a sustentabilidade desejada. Esse artigo objetiva mostrar a viabilidade da utilização da água de chuva para abastecimento dos Campi Centro e Dutra da Universidade Guarulhos-UnG. Algumas mensurações demonstram resultados que justificam a implantação deste Projeto na UnG, embasada na responsabilidade social e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso de água. Meio ambiente. Sustentabilidade. Responsabilidade social. Universidade Guarulhos.

ABSTRACT: *Water is critical to human survival. The planet itself adopts recycling of water for millions of years through the hydrological cycle. The city of Guarulhos has problems with public water supply and needs from external sources. The solution to the environmental crisis will require new attitude that promotes sustainability and self restriction, so if every social cell, each organization can make a contribution to this task, will be achieved with greater efficiency the sustainability desired. This article aims to show the feasibility of using rainwater for supply of the campuses of the University Center and Dutra-of Guarulhos University-UnG. Some measurements show results that justify the implementation of this project in UnG, based on social and environmental responsibility.*

KEY WORDS: *Water reuse. Environment. Sustainability. Social responsibility. Guarulhos University.*



INTRODUÇÃO

Na atualidade as preocupações com o meio ambiente adquirem suprema importância. Defrontamos com uma série de problemas globais que estão danificando a biosfera e a vida humana de maneira alarmante, situação essa que pode logo se tornar irreversível (CAPRA, 2006).

Bechara (2008) define como sustentável “aquilo que pode ser mantido”. Cita, inclusive, como exemplo a expressão “desenvolvimento sustentável”.

Segundo Tinoco e Kraemer (2008), o conceito de desenvolvimento sustentável pode ser encontrado no relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente da ONU de 1987, onde o desenvolvimento sustentável é definido “como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”. Esses autores ainda mencionam que o desenvolvimento sustentável apresenta cinco dimensões: ecológica, cultural, espacial, social e econômica. Para o escopo do presente trabalho, interessa todas essas dimensões, que podem ser alcançadas através do aumento da capacidade de utilização do recurso e do reúso.

Segundo Ricklefs (2003), a solução para a crise ambiental exigirá nova atitude que promova a sustentabilidade e a autorrestrrição. Segundo esse autor, os sistemas ecológicos podem ser tão pequenos quanto os organismos individuais ou tão grandes quanto a biosfera inteira. Então, se cada célula social, cada organização, puder dar sua contribuição a essa tarefa, será atingida com maior eficiência a sustentabilidade desejada.

Na região de Guarulhos, que compreende a área de estudo, o problema da água para abastecimento do município é vital e requer outras soluções para contemplar adequadamente a demanda atual da população, bem como dos setores industriais instalados na região. Nesse sentido, o artigo apresenta uma proposta para a economia da água, utilizando-se técnicas de aproveitamento de água de reúso.

DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

Ciclo hidrológico

O movimento da água entre os diversos reservatórios naturais (continentes, oceanos e a atmosfera) é chamado de ciclo hidrológico, ilustrado na Figura 1.

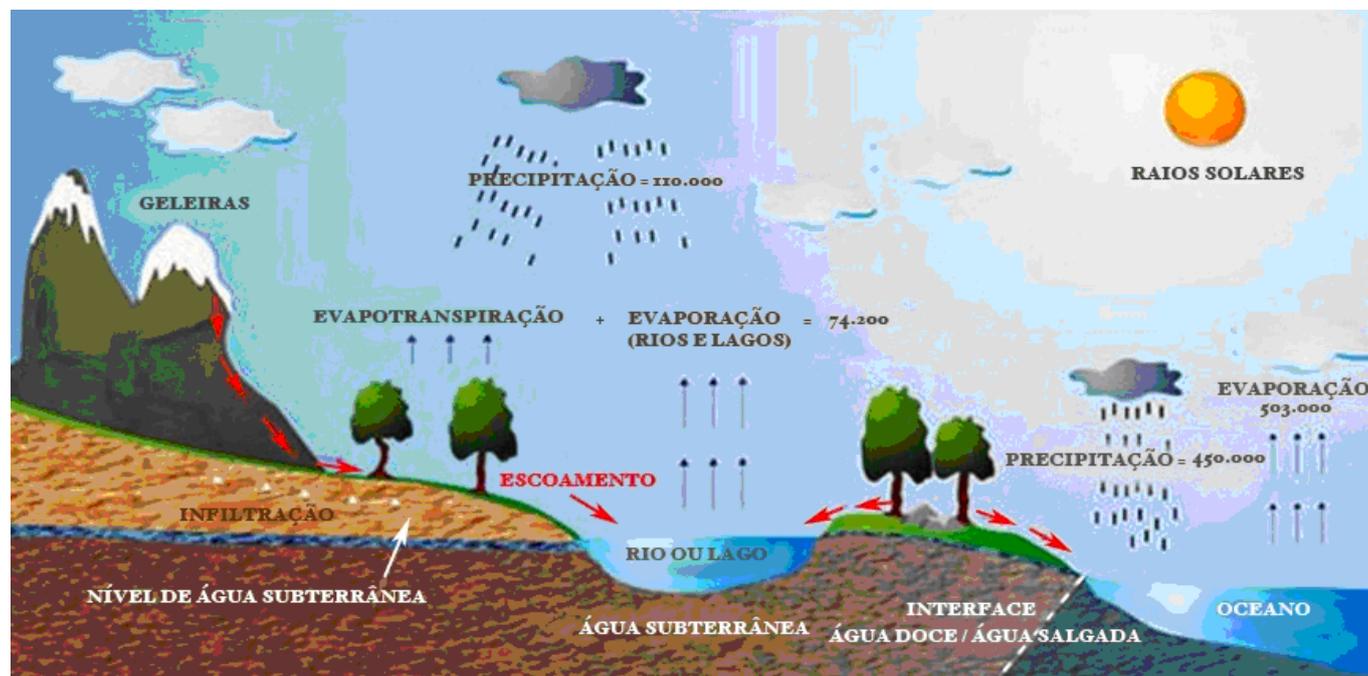


Figura 1 – Ciclo hidrológico da água –

Fonte: http://www.portaltosabendo.com.br/assuntos_quentes/visualizar/o-ciclo-hidrologico.wsa



Como pode ser observado, na atmosfera o vapor da água em forma de nuvens pode ser transformado em chuva, neve ou granizo, dependendo das condições do clima. Essa transformação provoca o que se chama de precipitação. A precipitação ocorre sobre a superfície do planeta. Nos continentes, uma parte das precipitações é devolvida para a atmosfera, através da evapotranspiração, que inclui a evaporação superficial e a transpiração dos vegetais. Outra parte acaba desaguando nos oceanos depois de percorrer por fluxos confinados (rios) ou não confinados (em lençol freático). Os oceanos recebem água das precipitações e do desaguamento dos rios, e perdem água pela evaporação. Na atmosfera, o excesso de vapor sobre os oceanos é transportado para os continentes por meio de correntes de ventos, em sentido inverso ao desaguamento.

Segundo Suguio (2006), da quantidade total de água precipitada, 77% caem sobre os oceanos e 23% sobre as áreas emersas. Por outro lado, 84% da evaporação total da Terra provêm dos oceanos e as terras emersas contribuem com apenas 16%. Desse modo, a evaporação dos oceanos é 7% superior à respectiva precipitação e, do mesmo modo, a dos continentes é 7% inferior à respectiva precipitação. O excesso de água doce sobre os continentes, que não sofre evaporação, é submetido ao escoamento e/ou infiltração para finalmente atingir o oceano e fechar o ciclo hidrológico. De toda água atualmente encontrada na Terra, 97% formam os oceanos e apenas 3% são encontradas nos continentes ou na atmosfera. Desse total, aproximadamente 75% formam as geleiras e 24,5% ocorrem como água subterrânea. Portanto, as águas dos rios, dos lagos (e lagoas) e da atmosfera perfazem apenas 0,5 a 3% do que pode ser aproveitado.

Importância da água

A água, o ar e o alimento são fatores primordiais da vida. A água é, também, o melhor dos solventes. Nela surgiram as primeiras formas de vida, e a partir dessas, originaram-se as formas terrestres, as quais somente conseguiram sobreviver na medida em que puderam desenvolver mecanismos fisiológicos que lhes permitiram retirar água do meio e retê-la em seus próprios organismos. Setenta por cento do corpo humano é composto de água, o que a torna vital para nossa sobrevivência. É muito mais difícil suportar a sede que a fome. Além de sua importância em nosso organismo, a água é fundamental em

processos produtivos da agricultura e da indústria.

Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS, ainda se tem um quadro assustador repleto de deficiências, 1,2 milhões de pessoas não têm água potável disponível para sobrevivência; 15 milhões de crianças morrem todo o ano por falta desse bem; 80% das doenças e 30% dos óbitos estão relacionados com água contaminada.

Dessa forma, justifica-se a reutilização da água, na medida em que o seu reaproveitamento pode contribuir para que não ocorra o esgotamento prematuro dos mananciais, bem como, quando tratada, assegura um índice de qualidade aceitável.

Reúso da água: conceituação, histórico no Brasil e aspectos legais

A reciclagem da água tem sido uma prática adotada pelo Planeta Terra há milhões de anos, por meio do ciclo hidrológico (Figura 1).

Em tempos mais modernos, cidades, lavouras e indústrias já praticam de forma indireta (não planejada) ou direta (planejada) a utilização da água de reúso e/ou água de qualidade inferior, para diferentes fins.

Água resíduária deve ser entendida como sendo o esgoto; água descartada; efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuárias, tratadas ou não.

A Água de reúso, por sua vez, é a água resíduária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização. A água de qualidade inferior é definida como sendo águas não caracterizadas como água resídua, inadequadas para usos mais exigentes (CNRH, 2005).

Dessa forma, o termo Reúso tem sido utilizado para definir o uso de água resíduária ou água de qualidade inferior tratada ou não. Quando se utiliza a água resíduária ou água de qualidade inferior, em sua forma diluída, após o lançamento em corpus hídricos superficiais ou subterrâneos, trata-se de Reúso Indireto de água; O Reúso Direto significa o uso planejado de água de reúso, conduzido ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpus hídricos superficiais ou subterrâneos (CNRH, 2005).

No Brasil, a primeira regulamentação que tratou de reúso de água, foi a norma técnica NBR – 13.696, de setembro de 1997. Na norma, o reúso é tratado como uma opção a destinação de esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares.



Naquela oportunidade, foram definidas quatro classes de água de reúso e seus respectivos padrões de qualidade, contempladas no Quadro 1 de acordo com Firjam (2006).

Água de Reúso	Aplicações	Padrões de Qualidade
Classe 1	Lavagem de carro e outros usos com contato direto com o usuário	Turbidez < 5uT Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 mL Sólidos dissolvidos totais < 200mg/L pH entre 6 e 8 Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L
Classe 2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardim, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes.	Turbidez < 5uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL Cloro residual entre 0,5 mg/L .
Classe 3	Descarga em Vasos sanitários	Turbidez < 10uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL
Classe 4	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagens para gado e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.	Coliformes Termotolerantes < 5000 NMP/100 mL Oxigênio dissolvido < 2,0 mg/L

Quadro 1. Classes de água de reúso pela NBR-13.969 e padrões de qualidade

Posteriormente, no ano de 2005, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) publicou a Resolução 54, de 28 de novembro de 2005, que estabeleceu os critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, ao definir cinco tipos de modalidades de reúso de água:

I – reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II – reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III – reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV – reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,

V – reúso na agricultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

A Água Potável de Guarulhos

Para atender a população de Guarulhos, quanto ao quesito abastecimento público, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos-SAAE conta com os seguintes mananciais: Cantareira, Alto Tietê, Cabuçu, Tanque Grande e Subterrâneo. Desses, os sistemas Cantareira e Alto Tietê são de responsabilidade da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP, enquanto que os demais são monitorados pelo próprio SAAE (TROVÃO, 2006; PIASENTIN, 2009).

Rares (2009) pesquisou o Índice de Qualidade da Água (IQA) proposto pela CETESB (2006) para o reservatório Cabuçu no período compreendido entre outubro de 2007 a novembro de 2008. Os resultados obtidos apontam para uma água com qualidade predominantemente “boa”, enquadrando-se na Classe 1 estabelecida pela resolução CONAMA n.357 de 17 de março de 2005.

Para o reservatório Tanque Grande, os estudos foram efetuados por Ayres (2007) e Piasentin (2009). De modo semelhante este reservatório enquadra-se na categoria “boa”, com picos nas categorias “ótima” e “regular”. Suas águas também se enquadram na Classe 1



estabelecida pela resolução CONAMA n.357 de 17 de março de 2005.

Conforme já mencionado, há uma grande exploração de águas subterrâneas na cidade de Guarulhos (Figura 2). O Aeroporto Internacional possui 8 poços artesianos, consumindo 2.700m³ de água por dia. Muitas famílias consomem água de seus próprios poços. Segundo esses estudos, as contaminações já atingiram as águas subterrâneas. A área encontra-se sobre terrenos sedimentares de idade paleógena, assentados sobre o substrato cristalino que constitui dois grandes sistemas aquíferos: o Sistema Aquífero Cristalino e o Sistema Aquífero São Paulo, sendo que esse último é o mais produtivo (DINIZ, 1996; BEDANI, 2008).

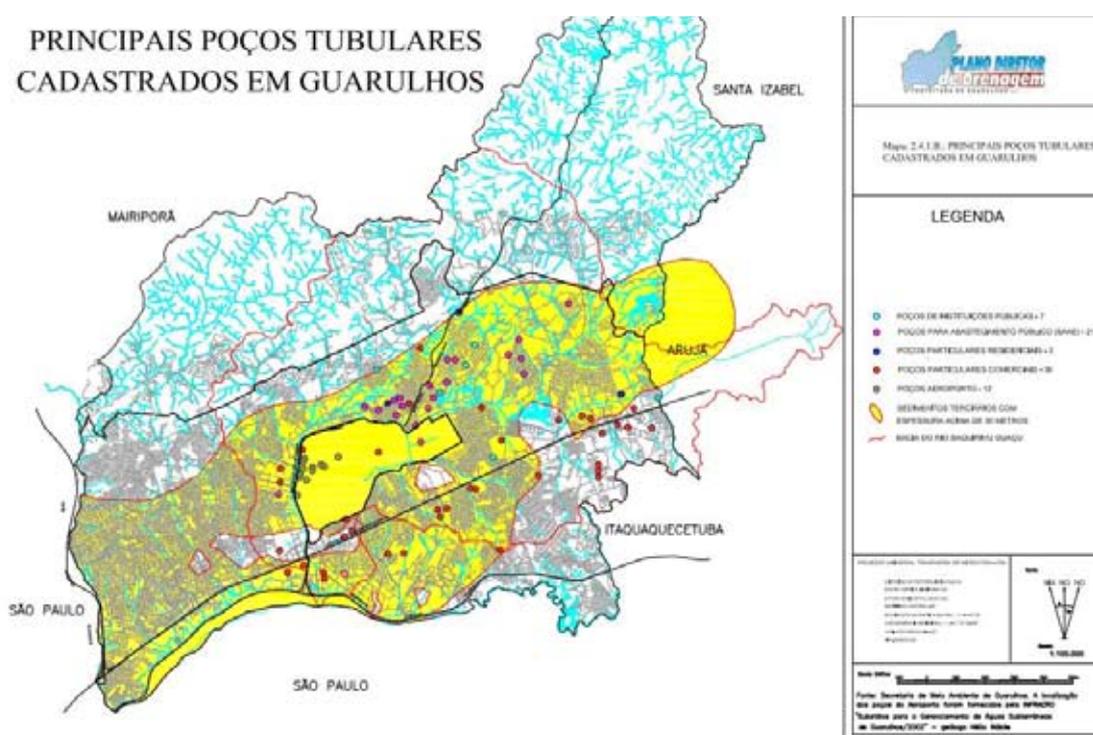


Figura 2 – Principais poços tubulares profundos do Município de Guarulhos (PMG, 2009)

A Universidade Guarulhos-UnG, utiliza o Sistema Subterrâneo (Aquífero São Paulo) para o abastecimento de seus Campi Centro e Dutra. Hoje a Universidade Guarulhos unidade Centro consome 1.700 m³/mês de água provenientes de 1 (um) poço artesiano e a Unidade Dutra consome 800m³/mês de água provenientes de 1 (um) poço artesiano.

Dimensionamento do Sistema para reúso de Água de Chuva

O sistema de coleta para água de chuva ocorre através de calhas e rufos da cobertura das construções, que encaminham diretamente para reservatório. Essa água fica armazenada no reservatório inferior e/ou superior.

O reservatório inferior reabastece o reservatório superior através de uma bomba de recalque. A tubulação a

ser utilizada varia de 75 a 100mm na captação e de 50 a 40mm na distribuição (SILVEIRA, 2008).

Segundo este autor o dimensionamento do sistema para reúso de água de chuva segue a sequência abaixo:

- Dimensionamento do sistema ideal a partir das necessidades e objetivos do usuário, da área de captação e das características da construção;
- Definição do tamanho e localização do reservatório;
- Instalação do Sistema: Inclui calhas para a captação da água do telhado, filtros, reservatórios e bomba quando existir reservatório inferior e um reservatório superior.

Cálculo da Quantidade de Água a ser Coletada

Para calcular a quantidade de água que se pode coletar é necessário primeiro pesquisar o volume de chuva anual na região desejada. Em casos onde estas



informações não estejam disponíveis, utiliza-se nos cálculos 2/3 das precipitações médias anuais.

Dependendo da utilização a ser dada à água, não é interessante que sua coleta se dê imediatamente após o início da chuva, pois esta água inicial, ao escorrer pela cobertura, carrega sujeiras como excrementos de pássaros, folhas, entre outras impurezas que dificultam no processo de tratamento desta água.

As fezes de passarinhos e de outras aves e animais podem trazer problemas de contaminação por parasitas gastrointestinais. Por este motivo, é aconselhável que a água de lavagem dos telhados, isto é, a primeira água (“first flush”), seja desprezada e jogada fora (TOMAZ, 2003).

O volume de água que deve ser rejeitado no “first flush” depende do tipo de material do telhado e da quantidade de contaminação. A ABNT NBR 15.527/07 recomenda o descarte de 2mm da precipitação inicial. Mas, se houver muitos pássaros, árvores ou indústrias poluidoras deverá ser aumentado o first flush.

Pesquisas feitas mostram que o first flush varia de 0,4L/m² de telhado a 8L/m² de telhado conforme o local. Na falta de dados locais sugere-se o uso do first flush no valor de 2L/m² de área de telhado (MACEDO, 2007).

Recomenda-se que o reservatório tenha uma capacidade de armazenar, no mínimo, 25% da chuva anual estimada, e um ladrão para garantir que não ocorram transbordadas indesejadas (SILVEIRA, 2008).

Coefficiente de runoff

Conforme Tomaz (2003), para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitada não é o mesmo que o precipitado. Para isto, usa-se um coeficiente de escoamento superficial chamado de coeficiente

de runoff, que é o quociente entre a água que escoar superficialmente pelo total da água precipitada (chuva). Usa-se a letra C para o coeficiente de runoff. O coeficiente de runoff para telhas cerâmicas varia de 0,80 a 0,90, para telhas corrugadas de metal varia de 0,70 a 0,90.

Volume de água de chuva que pode ser aproveitado método proposto por Tomaz (1998)

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ first flush}$$

Sendo:

V= volume da cisterna em litros

P= precipitação média mensal (mm)

C= coeficiente de runoff do telhado (adotaremos C = 0,80)

η first flush = rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema

A= área do telhado em projeção (m²)

Estudo de Caso: Exemplo da Faculdade (ENIAC)

Hoje, a Faculdade ENIAC, localizada no Município de Guarulhos, com a proposta de um edifício sustentável, conforme contato pessoal com Luciano Puga Martins (2009) reutiliza a água da chuva e dispõe de uma mini estação de tratamento de esgoto do edifício (Figura 3). O Edifício sustentável do ENIAC, primeiro do gênero no município de Guarulhos, conta com diversos recursos em prol do meio ambiente, dentre eles uma cisterna de armazenamento para 70 000L de água de chuva. Assim sendo, o seu consumo de água foi reduzida em 60% em apenas 6 meses de utilização. Essa água é utilizada para lavagem de piso, descarga de banheiro e rega de jardim. A Instituição tem como meta se tornar autosuficiente em água até final de 2009.

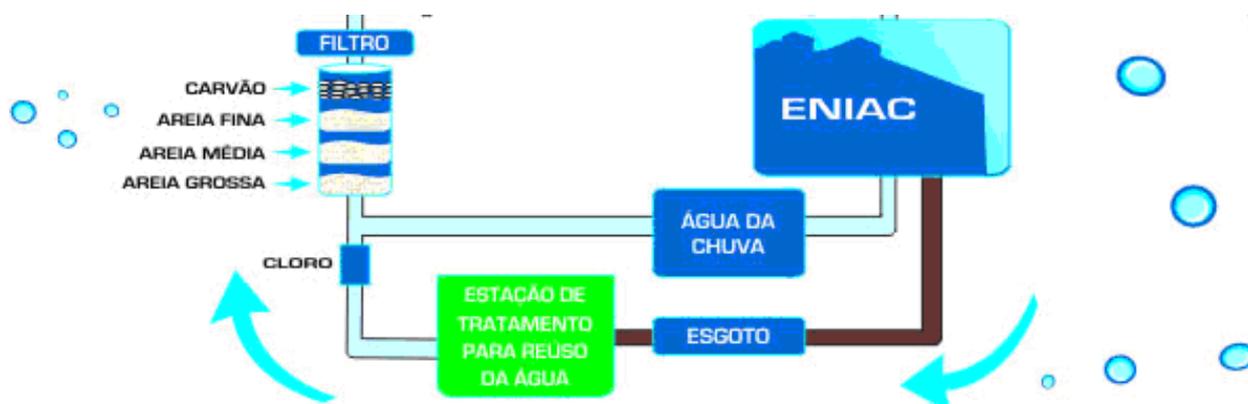


Figura 3 – Estação de tratamento para reúso de água de chuva/esgoto da Faculdade ENIAC (FACULDADE ENIAC, 2009).



Proposta para a Universidade Guarulhos

A Universidade Guarulhos conta com área construída de 44.000 m² no Campus Centro e 21.000 m² no Campus Dutra e possui um grande potencial de aproveitamento da água de chuva. Seria de grande valia a elaboração de estudos quanto à viabilidade de execução na estrutura atual ou através de sua adequação.

Atualmente, a Universidade consome 1.700m³/mês na unidade Centro e 800m³/mês na unidade Dutra proveniente da captação subterrânea. Com foco na responsabilidade social e ambiental parte deste consumo, descargas de banheiro, lavagem de pisos, etc., poderia ser de água de reúso proveniente da captação da água de chuva. Conforme estudo de Oliveira (2008) esta captação subterrânea pode ser reduzida a 50% com a utilização da água de chuva na região de Guarulhos.

Vale ressaltar que a média anual da temperatura dos últimos 24 anos é de 20,3°C e a da precipitação pluviométrica é de 1.519,5 mm, conforme dados da Estação Agroclimatológica n.83 075-UnG/INMET.

A viabilização deste projeto pode ser proveniente de monografia elaborada dentro do curso MBA em Gestão Ambiental ou por meio de Trabalho de Conclusão de Curso na Engenharia Ambiental. De qualquer forma, em ambos os casos, este trabalho deve ser complementado por projetos na área de Educação Ambiental, que podem ser desenvolvidos no âmbito do próprio curso de especialização.

O sucesso dessa iniciativa depende de conscientização coletiva da UnG, que envolve desde a Mantenedora até o Corpo Docente. Sua divulgação deve aproveitar as facilidades que a Universidade oferece, consubstanciada pelo seu site, semanas culturais, TV UnG, Cartazes, divulgadas junto à comunidade interna e externa.

Próximos passos:

Os autores sugerem que a mantenedora acione o corpo docente através dos diretores de curso no sentido de viabilizar um estudo preliminar da proposta aqui contemplada, em especial os cursos de Engenharia Ambiental e Civil, Gestão Ambiental, MBA em Gestão Ambiental e o de Educação Ambiental.

Referências Bibliográficas

- 1- AYRES, F. M., ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DO RESERVATÓRIO DO TANQUE GRANDE, MUNICÍPIO DE GUARULHOS, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL: 1990 – 2006, São Paulo, Guarulhos, Revista UnG – Geociências V.6, N.1, 2007, 118-133
- 2- BECHARA, E. Dicionário Escolar da Língua Portuguesa: Academia Brasileira de Letras IBEP. São Paulo: Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas, 2008.
- 3- BEDANI, E. F. Paisagem Natural Paleógena da Bacia Sedimentar de São Paulo, no Município de Guarulhos, Estado de São Paulo. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental). Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.
- 4- CAPRA, F. A teia de vida. São Paulo: Cultrix, 2006.
- 5- DINIZ, H. N. Estudo do Potencial Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Baquiruvú-Guaçu, Município de Guarulhos e Arujá, SP. 1996. 161f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrologia). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- 6- FACULDADE ENIAC. Estação de tratamento para reuso de água. Guarulhos: Faculdade ENIAC, 2009. Disponível em: <<http://www.eniac.com.br/faculdade/p07.html>>. Acesso em 22 de jun. de 2009.
- 7- MACEDO, J. A. B. Águas & Águas, 3ª edição. Belo Horizonte: CRQ-MG. 2007.
- 8- OLIVEIRA, N. N. Aproveitamento de água de chuva de Cobertura para fins não Potáveis de Próprios da Educação da Rede Municipal de Guarulhos. 2008. 80f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2008.
- 9- PIASENTIN, A. M., ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO RESERVATÓRIO TANQUE GRANDE, GUARULHOS (SP): ANÁLISE SAZONAL E EFEITOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 3, p. 305-317, 2009
- 10- RARES, C. S., BASES GEOAMBIENTAIS PARA UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS. São Paulo, Guarulhos, UnG - SEMA-SDU-SG/PMG - EMURB/PMSP - IF/SP, 2009.



- 11- RICKLEFS, R. Economia da Natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- 12- SILVEIRA, B.Q. – REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS, Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. 2008. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2008.
- 13- SUGUIO, k. Água. Ribeirão Preto: Editora Holos. 2006.
- 14- TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M.E. Contabilidade e Gestão Ambiental, 2a Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- 15- TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar, 2003.
- 16- TOMAZ, P. Conservação da Água. Guarulhos: Digihouse Editoração Eletrônica. 294f. 1998.
- 17- TROVÃO, R. S. Análise Ambiental de Solos e Águas Subterrâneas Contaminadas com Gasolina: um estudo de caso no município de Guarulhos-SP. 2006. Dissertação Mestrado em Engenharia Mineral pela Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006.