

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*****28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil**

I-045 - AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA

Tatsuo Shubo⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UERJ. Especialista em Engenharia Sanitária e de Meio Ambiente pela ENSP/FIOCRUZ. Mestre em Saúde Pública ENSP/FIOCRUZ. Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Professor da Escola Nacional de Saúde Pública. Coordenador de Gestão Ambiental da Diretoria de Administração do Campus Manguinhos (DIRAC/FIOCRUZ).

Odir Clécio da Cruz Roque

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, 1969). Dr. em Ciências pela Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ, 1997). Pesquisador Titular da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ). Professor Adjunto Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).

Luisa Perciliana Ribeiro

Engenheira Civil pela UVA. Especialista em Engenharia Sanitária e de Meio Ambiente pela ENSP/FIOCRUZ. Professora do SENAI. Coordenadora do Programa de Redes de Infra-Estrutura da Diretoria de Administração do Campus Manguinhos (DIRAC/FIOCRUZ).

Endereço⁽¹⁾: Rua Conselheiro Ferraz, 66 – ap. 803 / bl. 2. Lins de Vasconcelos – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20710-350

 shubo@fiocruz.br

RESUMO

O Programa de Uso Eficiente e Combate ao Desperdício da Água no Campus Manguinhos vai ao encontro do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA, na esfera federal, que tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. As ações têm por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de medidas e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas.

O presente trabalho visa demonstrar a viabilidade da aplicação de uma metodologia baseada na "Avaliação Ciclo de Vida do Produto Água" para verificar a eficiência do programa em implementação, além de apresentar as ações em andamento no Campus Manguinhos.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação Ciclo de Vida; Uso Racional; Abastecimento Urbano; Sustentabilidade Ambiental.

INTRODUÇÃO

A água, um recurso indispensável para a sobrevivência humana e de todas as espécies vivas, além de ser um importante insumo para a grande maioria das atividades econômicas, nomeadamente da agricultura e da indústria, exerce uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, especialmente, ao tanger as áreas do abastecimento de água e

da coleta e tratamento de esgotos, que têm forte impacto sobre a saúde pública.

Hoje, devido as pressões sobre a demanda em função do crescimento populacional e da redução da quantidade e da qualidade dos mananciais, existe a necessidade de se criar uma gestão de precaução, racionalidade e parcimônia na utilização desse recurso. No cenário mundial, um novo pensamento está sendo projetado, no qual as empresas, governos e cidadãos adotam abordagens onde a responsabilidade sob as questões ambientais não apenas evita os problemas, mas produz benefícios para todos. A infra-estrutura sanitária insere-se, neste contexto, com a função de promover a melhoria da qualidade de vida da população, utilizando os recursos naturais, em especial a água, de maneira ambientalmente sustentável e economicamente eficiente. A Fundação Oswaldo Cruz, através da Diretoria de Administração do Campus Manguinhos, além de se mostrar sensível em relação a problemática ambiental, percebe nisto uma oportunidade de investimento com retorno financeiro de curto prazo. Dessa forma, o entendimento do recurso natural "água" como um bem econômico e finito força uma situação em que todos os funcionários venham a utilizá-la de forma mais racional, quer seja produzindo com a máxima eficiência, quer seja consumindo sem desperdícios.

Nota-se que o crescimento da área construída do Campus Manguinhos vem gerando a necessidade de investimentos para manutenção dos níveis de cobertura dos serviços de água, além da necessidade de ampliação da cobertura em esgotamento sanitário, representando um incremento de investimentos e dos custos fixos da instituição. No entanto, a diminuição das perdas nas redes de distribuição e a reeducação dos hábitos de consumo, além da instituição de cotas de responsabilidade pelo uso da água em cada unidade, podem vir a ter um forte impacto em termos de uma utilização mais eficiente, transformando-se em uma fonte de recursos financeiros capaz de promover a adequação dos sistemas de água de modo a torná-los mais sustentáveis economicamente, garantindo a manutenção e a expansão do sistema.

A adoção do Campus Manguinhos como objeto de estudo de caso para a utilização do ciclo de vida de um produto como forma de avaliação da eficácia do Programa de Uso Eficiente e Combate ao Desperdício de Água deve-se ao fato deste apresentar uma área e uma população flutuante compatíveis com as de uma cidade de pequeno porte.

A seguir serão descritas as medidas que vêm sendo implementadas, além da metodologia de avaliação das ações.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da Avaliação de Impacto Ambiental, com vistas a determinar Indicadores de Sustentabilidade, é um processo iterativo que se inicia com a especificação de uma proposta geral (**FIGURA 1**), que, no caso em questão, é a avaliação da sustentabilidade de um sistema urbano de água, no sentido de gerar suportes para melhorar as tomadas de decisão relacionadas ao assunto. Como, geralmente, a tentativa de direcionar a avaliação da sustentabilidade ambiental exclusivamente para sistemas de água urbana é muito difícil, deve-se restringi-la aos principais impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida.

De forma simplificada, a linha mestra do ciclo de vida do sistema de água do Campus Manguinhos tem seu início com a entrada de água tratada através dos ramais de ligação, distribuição e uso da água, transporte e tratamento de esgotos, inclusive condicionamento para reuso, terminando com a descarga das águas pluviais e esgotos tratados e tratamento do lodo para posterior utilização na produção de mudas para replantio (**FIGURA 2**).

Nesse trabalho, a proposição básica é a divisão dos sistemas urbanos de água em quatro limites técnico-ambientais ao longo de seu ciclo de vida. Para cada um desses sistemas são formulados Indicadores de Sustentabilidade Ambiental para avaliar a performance e a pressão sobre o ambiente, tais como consumo per capita e de energia para adução e distribuição, eficiência do tratamento, destinação final do lodo produzido e o reuso da água.

Figura 1: Processo iterativo para a avaliação da sustentabilidade ambiental dos sistemas urbanos de água.

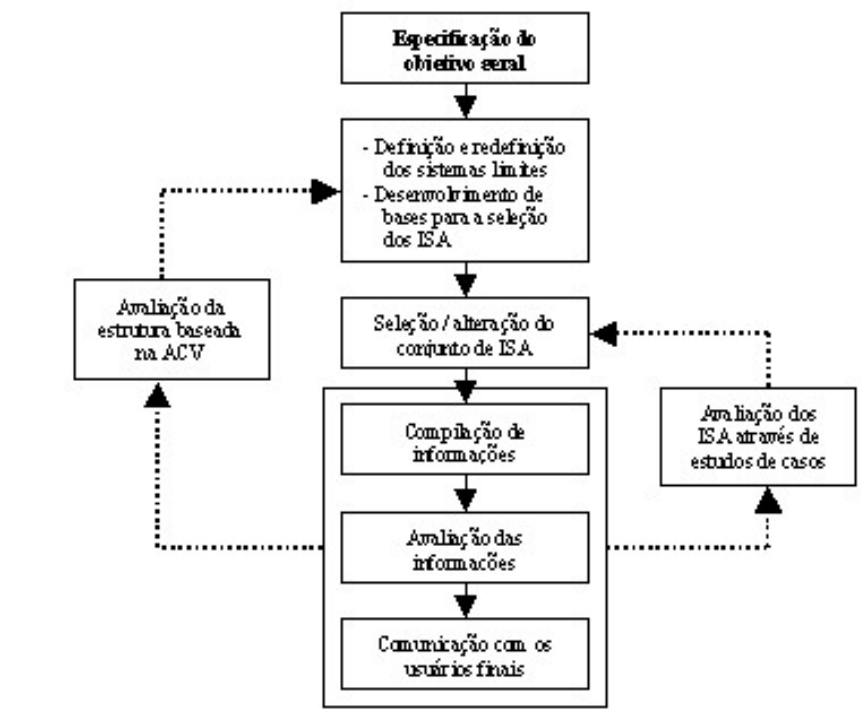
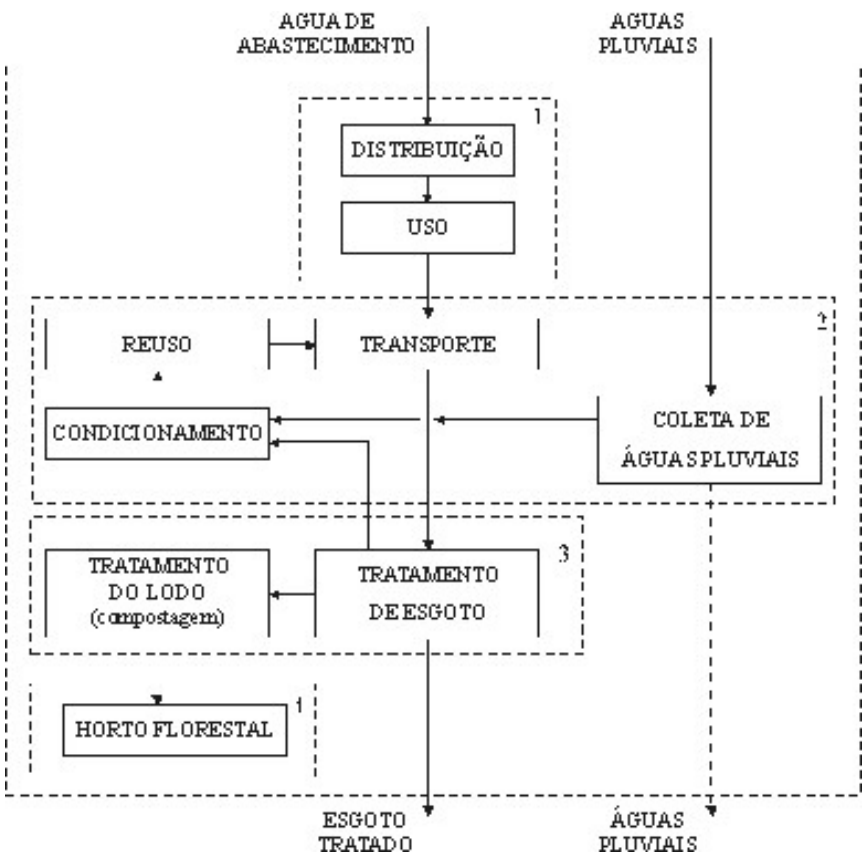


Figura 2: Visão geral dos limites técnico-ambientais baseados no Ciclo de Vida da Água.



A partir dos resultados obtidos, a avaliação baseada em indicadores de sustentabilidade ambiental permite a classificação dos sistemas em quatro níveis, conforme demonstrado a seguir (**Quadro 1**).

Quadro 1. Níveis relativos da sustentabilidade ambiental das infra-estruturas urbanas de água

Nível	Características da infra-estrutura	Características da organização
A	Tecnologia limpa. Uso eficiente dos recursos naturais e minimização de esgotos. Tecnologias de separação das fontes. Reciclagem de nutrientes e água.	Tentativas de identificar e adotar práticas sustentáveis. Reconhecimento da necessidade de colaboração entre fornecedores, clientes e outros grupos interessados. Consciência da sustentabilidade ambiental e potenciais benefícios para a companhia. Tomadas de decisão proativas.
B	À frente dos padrões de proteção ambiental, mas ainda focado na concordância com a legislação. Monitoração regular da qualidade da água potável, água de chuva e esgoto. Tratamentos de fim de linha avançados, recuperação de energia.	Restrições financeiras, legais e de infra-estrutura. Planejamento localizado do tratamento de esgoto. Preocupação com a satisfação do cliente e a percepção pública.
C	Satisfaz dos padrões mínimos de proteção ambiental e objetivos de saúde.	Tomadas de decisão reativas, confiança nas reclamações dos consumidores.
D	Não alcança a demanda por suprimentos de água e saúde pública. Incerteza na provisão básica diária. Monitoração ambiental mínima.	Operação e manutenção inadequada. Custo-benefício inadequado. Alta taxa de expansão.

Após a classificação do sistema, são analisados os fatores responsáveis pela maior ou menor eficiência do sistema para que medidas corretivas ou de aumento de eficiência possam ser tomados.

PRIMEIRA ETAPA: ESTUDOS DE CAMPO

O primeiro passo rumo a uma avaliação da real situação da Infra-estrutura Sanitária do Campus foi a contratação de serviços de engenharia para a realização de pesquisas documentais e levantamentos de campo, que tinham como objetivo identificar o encaminhamento básico dos principais ramais de distribuição, condições de reservação e identificação e quantificação do consumo de cada prédio ou setor.

Em virtude das dimensões do Campus, a área foi dividida em setores de forma a possibilitar uma melhor organização dos trabalhos. Para cada um desses setores, foram realizados pesquisas documentais e levantamentos de campo através de observação *in loco* e entrevistas.

Os documentos que serviram de base para consulta fazem parte do acervo da mapoteca da Diretoria de Administração do Campus e dos cadastros da concessionária (CEDAE). A partir destes e das faturas de água, foram identificados o encaminhamento básico original da rede de distribuição, entradas de água no Campus e nas edificações e estimativa de consumo global.

Para a complementação das informações que não constavam nas documentações, utilizou-se a observação de campo além de entrevistas de cunho técnico.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Através dos levantamentos, constatou-se que o Campus Manguinhos é abastecido por adutoras que passam ao longo da Av. Brasil, da rua Castro Tavares, da rua Sizenando Nabuco e da Av. Leopoldo Bulhões. Contudo, a principal fonte de abastecimento da instituição é uma derivação de 150 mm localizada na rua Sizenando Nabuco, cujo ramal de ligação passa pela Portaria 02, sendo responsável por 90% do abastecimento do Campus, que conta com uma população de 9.000 funcionários, além de atender a 5.000 pessoas diariamente.

Com base nos levantamentos cadastrais e de campo, a rede de abastecimento do Campus foi classificada como malhada o que possibilita grande flexibilidade no atendimento a novas demandas. Contudo, as irregularidades sazonais no abastecimento efetuado pela concessionária induzem a utilização de reservatórios intermediários por algumas

unidades. Tal fato, além de acarretar um benefício desigual entre as unidades consumidoras, é, também, um ponto passível de alteração da qualidade de água, uma vez que a manutenção do sistema ainda é reativa, dependendo quase que exclusivamente das reclamações dos usuários.

Levando-se em conta que atualmente a água fornecida pela CEDAE é cobrada sobre estimativas de consumo, não há como a administração do Campus ter um controle sobre o que é efetivamente gasto, logo, tal situação pode estar gerando um déficit financeiro em entre o que é cobrado pela concessionária e o que é efetivamente utilizado pela FIOCRUZ. Ao se comparar o somatório do que é pago mensalmente nas quatro faturas de água com as estimativas de consumo fornecidas pela literatura, há uma grande diferença, conforme pode ser comprovado a seguir.

Consumo (m ³ / mês)	Consumo diário (m ³ / dia)	Per capita diário (L / hab / dia)	Per capita diário incluindo atendimentos (L / hab / dia)	Per capita da literatura (L / hab / dia)
74.490,90	3.335,95.	371	222	50 a 80

Alguns dos problemas estruturais encontrados foram também utilizados como base para a Avaliação da Sustentabilidade Ambiental do sistema. Tais aspectos foram organizados de acordo com os limites técnicos ambientais do *ciclo de vida do produto água* dentro do Campus, conforme demonstrada na **Tabela 1**.

Tabela 1. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental.

Limite Técnico Ambiental	Dimensão	ISA	Informação disponível
1	Distribuição	Mediação de vazão global	sim *
	Distribuição	Controle de perdas	não
	Distribuição	Mediação de vazão por edificação	não
	Distribuição	<i>As built</i> da rede	sim **
	Distribuição	Preocupação com eficiência energética na distribuição	não
	Uso		sim *
	Uso	Identificação do tipo de uso	não
	Uso	Controle de qualidade da água	não
2	Transporte	<i>As built</i> da rede	sim **
	Coleta de águas pluviais	<i>As built</i> da rede	sim **
	Condicionamento	Reuso de águas pluviais	não
	Condicionamento	Reuso de efluentes tratados	não
3	Eficiência do tratamento	Remoção de DBO ₅ , P e N	sim
	Cargas afluentes	Carga de DBO ₅ , P e N	sim
	Tratamento do lodo	Tipo de tratamento do lodo	sim
	Reciclagem de nutrientes	Quantidade de P e N reciclada	sim
	Qualidade do lodo	Concentração de metais no lodo	não

4	Destinação final do lodo	Destinação final do lodo	sim
---	--------------------------	--------------------------	-----

*Estimado com base na fatura;

**Não atualizado.

SEGUNDA ETAPA: IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA

A partir dos resultados obtidos na etapa de diagnóstico, foram estabelecidas prioridades de ações levando em conta a disponibilidade financeira e a relevância e o custo-benefício das medidas.

Dessa forma, o primeiro passo foi a instalação de macro-medidores nas entradas de água do Campus de forma quantificar o real consumo da instituição e gerar subsídios técnicos para a negociação junto a CEDAE, no sentido de rever as faturas, substituindo a cobrança por estimativas por cobrança baseada no volume real medido.

A próxima fase é a renegociação da tarifa junto a Concessionária, tendo como fundamento o fato de que a cobrança é feita sobre o fornecimento e coleta e tratamento do esgoto. Uma vez que a instituição possui rede de esgotamento sanitário e estação de tratamento de esgotos, lançando o efluente tratado diretamente no Canal do Rio Faria Timbó, pleiteia-se uma redução de 50% no valor da tarifa.

A seguir serão instalados micro-medidores em cada prédio, todos com leitura remota em tempo real, que possibilitará um controle mais efetivo do consumo, além de uma maior proatividade no controle de perdas por vazamentos.

Para garantir uma maior eficiência no consumo da água, estão sendo identificados os tipos uso em cada setor de cada prédio para que sejam especificados equipamentos mais eficientes.

A partir do montante economizado na primeira fase, entrará em fase de estudo a viabilidade de criação de um sistema de reuso dos efluentes da estação de tratamento de esgotos e das águas pluviais coletadas.

RESULTADOS ESPERADOS NA SEGUNDA ETAPA

Com a instalação da macro-medição nas entradas do Campus, espera-se obter o real consumo da instituição, gerando subsídios técnicos para que sejam revistas as faturas de água, hoje cobradas por estimativas, que, a princípio não condizem com as expectativas de consumo da literatura. Além disso, em função da negociação junto à concessionária, busca-se obter uma redução de 50% na tarifa, uma vez que o esgoto gerado é coletado e tratado no próprio Campus.

O sistema de medição de vazões, com leitura em tempo real, possibilita maior proatividade nos serviços de manutenção, haja vista que o somatório das medições nas entradas deve coincidir com o somatório dos consumos em cada prédio. Caso contrário, existe perda ou fuga em um dos setores do sistema de distribuição.

Com a identificação do tipo de uso e a substituição dos equipamentos sanitários convencionais por equipamentos poupadores de água, a possibilidade de redução no consumo varia de um mínimo de 20% a um máximo esperado de 60%.

Posteriormente, a inclusão de sistemas de reuso, tanto de águas residuárias quanto de águas pluviais condicionadas para usos menos nobres, como lavagem de pisos, de veículos, controle de poeira, entre outras, irá aumentar a capacidade de redução de consumo, tornando o sistema mais econômico e ambientalmente mais sustentável.

CONCLUSÕES

Os Indicadores de Sustentabilidade Ambiental devem ser elementos que sejam capazes de avaliar a variação quantitativa e qualitativa dos sistemas de água, suas causas, consequências e quais as respostas dadas pela sociedade. Além disso, devem proporcionar alto grau de agregação e simplicidade de entendimento das informações relevantes, permitindo comparações, sempre que possível, através da utilização de unidades funcionais de forma que as decisões necessárias possam ser tomadas com um maior grau de confiabilidade. Contudo, é imprescindível que cada caso seja analisado de forma específica, permitindo, assim, a escolha adequada dos indicadores de sustentabilidade ambiental dos sistemas urbanos de água, baseados na capacidade de predição de potenciais problemas e a disponibilidade e

qualidade das informações.

Tomando-se por base as informações relatadas na primeira fase do trabalho, conclui-se que a instituição pode ser classificada no Nível C, onde os padrões mínimos de proteção ambiental e objetivos de saúde são satisfeitos, porém, as tomadas de decisão e a manutenção são muito reativas, tendo como principal estímulo as reclamações dos usuários do Campus.

Outro ponto de destaque é o fato de que não somente a oferta e a capacidade de reservação de água são capazes de garantir um sistema eficiente de abastecimento. Ao contrário, pode, em certos casos, ser uma fonte de desigualdade na distribuição, como foi constatado no diagnóstico inicial do sistema de água do Campus.

A falta de sistematização de informações é um fator comportamental que deve ser mudado o quanto antes. A inexistência de procedimentos que documentem as alterações inevitáveis no sistema, os procedimentos de manutenção, os encaminhamentos das redes, etc são um ponto de extrema fraqueza no sentido de dificultar a localização e identificação de perdas.

Sem o comprometimento de instâncias superiores, não há a possibilidade de que haja um sistema eficiente, pois as decisões a serem tomadas sempre têm um forte cunho técnico-político, uma vez que os valores envolvidos são de um modo geral muito elevados.

Tendo-se em vista que dentro do Campus existem unidades fabris, cada linha geradora de despejos apresenta características distintas em termos de vazão e concentração de poluentes, razão pela qual diferentes concepções de tratamento devem ser consideradas pontualmente.

A redução das perdas e o reuso são, potencialmente, novas fontes de recursos hídricos capazes de sustentar o aumento da demanda no Campus. Contudo, inicialmente, é extremamente mais viável financeiramente, a adoção do uso eficiente da água, pois as mudanças, em um primeiro estágio, passariam apenas pela conscientização, instalação de equipamentos economizadores e redução das perdas, logo, um investimento de menor custo e de retorno rápido. O montante economizado poderia ser aplicado em tecnologias de reuso e no aperfeiçoamento das atuais técnicas de tratamento de efluentes, para que se possa readaptar a estação existente para as novas cargas poluentes advindas de um sistema de reuso, que provavelmente serão maiores. Outro ponto a ser atacado com os recursos da economia gerada pelo uso eficiente da água é o desenvolvimento de processos produtivos menos impactantes ao meio ambiente, e não apenas de tecnologias de tratamento de ponta de linha.

O aproveitamento mais imediato do reuso é o atendimento a usos menos restritivos, tais como lavagem de pisos e equipamentos, irrigação de parques e jardins, lavagem das vias de acesso e formação de lagos para efeitos paisagísticos, pois não exigem, a princípio, grandes sofisticções de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BISWAS, A. K., 1992. Sustainable Water Development: a Global Perspective. Water International, International Water Resources Association, 17(2), USA.
2. CARTER, R. C.; SEAN, F. T.; HOWSAM, P., 1999. Impact and sustainability of community water supply and sanitation programmes in developing countries. Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management, 13: 292-296.
3. COELHO, A. C., 2001. Manual de Economia de Água: Conservação de Água. Olinda: Editora do Autor.
4. HARGER, J. R. E. & MEYER, F. M., 1996. Definition of indicators for environmentally sustainable development. Chemosphere, 33: 1749-1775.
5. HESPANHOL, I., 2001. Potencial de Reuso de Água no Brasil - Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga De Aquíferos. III Encuentro de las Águas, 26 October 2001, December 2002 <http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAgua/contento/trabajos_verde/TC-158.htm>
6. ISO 14040, 1997. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
7. ISO 14042, 1997. Environmental management – life cycle assessment – life cycle impact assessment. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
8. KESSLER, J.J. & VAN DORP, M., 1997. Structural adjustment and the environment: the need for an analytical methodology. Ecological Economics, 27: 267-281.
9. LUNDIN, M. & MORRISON, G. M., 2002. A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems. Urban Water, 4: 145-152.

10. TILLMAN, A. M., LUNDSTRÖM H. & SVINGBY, M., 1998. Life cycle assessment of municipal waste water systems. *International Journal of LCA*, 3(3):145–157.
11. SHUBO, T. C., 2003. Sustentabilidade do abastecimento e da qualidade da água potável urbana. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
12. ROQUE, O. C. C., FERREIRA, A. P., SHUBO, T. C., 2003. Estudos da Sustentabilidade Ambiental da Água Urbana: Implicações de Reuso In. VII CONGRESSO DE SAÚDE COLETIVA – ABRASCO, Brasília. Anais do VII Congresso de Saúde Coletiva – ABRASCO, Rio de Janeiro.