

CONTABILIDADE AMBIENTAL E ECONÔMICA NA REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA POTÁVEL NA SUBPREFEITURA CAPELA DO SOCORRO – SÃO PAULO.

Coelho, Roberto C. M. (*), Bonilla, Silvia. H.

* UNIP- Universidade Paulista. Email: rcmcoelh@gmail.com

RESUMO

A água é um recurso fundamental para os processos da Biosfera. A disponibilidade de água potável, principalmente nas grandes regiões metropolitanas tornou-se um problema crítico, cujas causas principais são: aumento da densidade populacional, o desmatamento e o uso não racional desta água em função da falta de educação ambiental. Governos de vários países têm estabelecido políticas públicas, aprovando leis e regulamentos na busca de uma maior eficiência energética dos sistemas existentes e desenvolvimento de novas fontes de energia. Dentro deste conceito está o uso da água em seus diferentes estágios de qualidade, bem como maior eficiência no seu tratamento e uso. O Estado de São Paulo e a Prefeitura do Município de São Paulo, aprovaram leis para o uso racional, cuja meta é a redução de 20% no consumo de água potável em órgãos públicos, autarquias e empresas nas quais tenham participação. A Prefeitura por meio de contrato firmado com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), está implantando o Programa de Uso Racional da Água (PURA).

O objetivo do artigo é por meio da contabilidade ambiental em emergia com “m”, desenvolvida por H. Odum 1996, avaliar se há vantagem ambiental, e por meio da análise econômica, se há vantagem financeira, pelo uso racional da água mediante intervenções nas instalações hidrossanitárias, treinamento e conscientização das pessoas. Enquanto a primeira, mais abrangente, leva também em conta os serviços da natureza para produzir o bem, a segunda, apenas considera o seu valor de mercado, ou seja quanto se paga em dinheiro por ele.

A emergia com “m” quantifica em uma métrica comum, os recursos renováveis, não renováveis e comprados no sistema analisado, ou seja, o trabalho da natureza, o trabalho do homem e os fluxos de dinheiro na geração de bens e serviços. Sua unidade é “sej” - solar energy joule. Calcula-se a partir da identificação e quantificação de todos os recursos (naturais e econômicos) que entram no processo. Cada recurso é multiplicado pelo valor da “transformidade” (expressa em sej/J) ou fator de transformação (expresso em sej/massa ou sej/\$), calculados de acordo com a teoria de Odum, 1996.

O sistema estudado é a sede da Subprefeitura Capela do Socorro, São Paulo- SP, com 3.200 m² de área construída.

Contabilizada a nova situação de consumo, de Janeiro a Abril de 2013, extrapolada para um ano, há redução de 31,8 % no consumo de água potável. O benefício ambiental é de $1,34 \times 10^{16} \times 10^{16}$ sej/ ano, relação de 1:26 por ano e o benefício econômico é de 12.715,00/ano, relação de 1: 6 por ano. O payback ambiental é de cerca de 14 meses, enquanto o econômico é de 58 meses.

PALAVRAS-CHAVE: Água potável, Emergia, Contabilidade ambiental, Contabilidade econômica

INTRODUÇÃO

O recurso água, além de ser indispensável para a vida dos seres vivos, é usada em processos de: diluição, transporte, resfriamento, reações químicas, laser, agricultura entre outros. Segundo Buenfil, A.A. 2001 para análise de seu valor, têm que ser considerados os aspectos qualitativo e quantitativo, sendo que seu valor em emergia é equivalente ao valor de emergia da gasolina, porém a maioria da população não utiliza a água com a mesma consideração que o faz com a gasolina. A disponibilidade de água potável nas grandes regiões metropolitanas vem se agravando ano a ano, tornando-se uma preocupação mundial. As causas principais são: aumento da densidade populacional nas grandes regiões metropolitanas, o desmatamento e a falta de educação ambiental no uso racional deste bem. Um exemplo é a Região Metropolitana de São Paulo com uma população de 20 milhões de habitantes.

Os governos de vários países, têm estabelecido políticas públicas, aprovando leis e regulamentos na busca de uma maior eficiência energética dos sistemas existentes, desenvolvimento de novas fontes de energia, principalmente as renováveis, como energias: solar, eólica, geotérmica, da biomassa, das maré entre outras. Dentro deste conceito está o uso da água em seus diferentes estágios de qualidade, bem como maior eficiência nos sistemas de tratamento, distribuição, armazenamento e uso. Podem ser citados os Estados Unidos da

América (EPA- Energy Policy Act-1992), Reino Unido (Pan & Garmston,2012-apud Department for Communities and Local Government-DCLG,2007) que estabeleceu a meta de “Zero Carbono” para construção de novas residências a partir de 2020, países da Comunidade Europeia com obrigatoriedade até 2020 de aumentar em 20% a eficiência energética, sendo aumento de 20% na utilização de energias renováveis na demanda final bruta de energia e redução de 20% na emissão de gases de efeito estufa (Pan & Garmston,2012-apud European Union ,2009) e asiáticos como, Japão e Singapura com intenso uso de água de chuva (Villarreal and Dixona.2005 apud, T Urakawa et al, 1999 e apud Appan,1999). Dentro deste conceito está o uso da água em seus diferentes estágios de qualidade, bem como maior eficiência nos sistemas de tratamento, distribuição, armazenamento e uso.

Os governos do Estado de São Paulo da Prefeitura do Município de São Paulo, aprovaram leis e decretos para o uso racional de água potável, com uma meta de redução de 20% no consumo nos órgãos públicos, autarquias e empresas nas quais tenha participação. Esta prefeitura por meio de contrato com a SABESP está implantando o Programa de Uso Racional da Água (PURA) desenvolvido pela mesma, com meta de redução de 20% no consumo de água potável. O programa abrange: diagnóstico das instalações, levantamentos, projeto, intervenções físicas como substituição de equipamentos hidrossanitários existentes por equipamentos economizadores mais eficientes, treinamento para formação de profissionais como gestores, multiplicadores e controladores do consumo, além do acompanhamento dos resultados.

O autor na época, como funcionário da subprefeitura acompanhou todo o processo de implantação do PURA, executado pela ETEP- Consultoria Gerencia e Serviços, empresa contratada pela SABESP para implantar o programa, sendo que os valores financeiros pagos à ETEP, durante um ano após a implantação, estão condicionados aos resultados obtidos na redução do consumo.

SISTEMA ESTUDADO

O sistema é a sede da Subprefeitura da Capela do Socorro se localiza na zona sul de do município de São Paulo- SP, conforme Figura 1. São 3.200 m² de área construída distribuídos em edificações térreas e apenas uma delas com três pavimentos. O fornecimento de água potável é feito pela SABESP, cujo medição do consumo é por RGI - Registros Gerais de Instalação. Funciona de 2^a a 6^a feira no período das 7:00 às 18:00 horas.

Foi levantado, a partir das contas de água e esgoto da SABESP, o consumo de água potável do ano de 2012, que serviu de base para este trabalho, cujo volume atingiu o valor de 2.476 m³/ano. O consumo de Janeiro a Abril/2013 foi extrapolado para um ano.

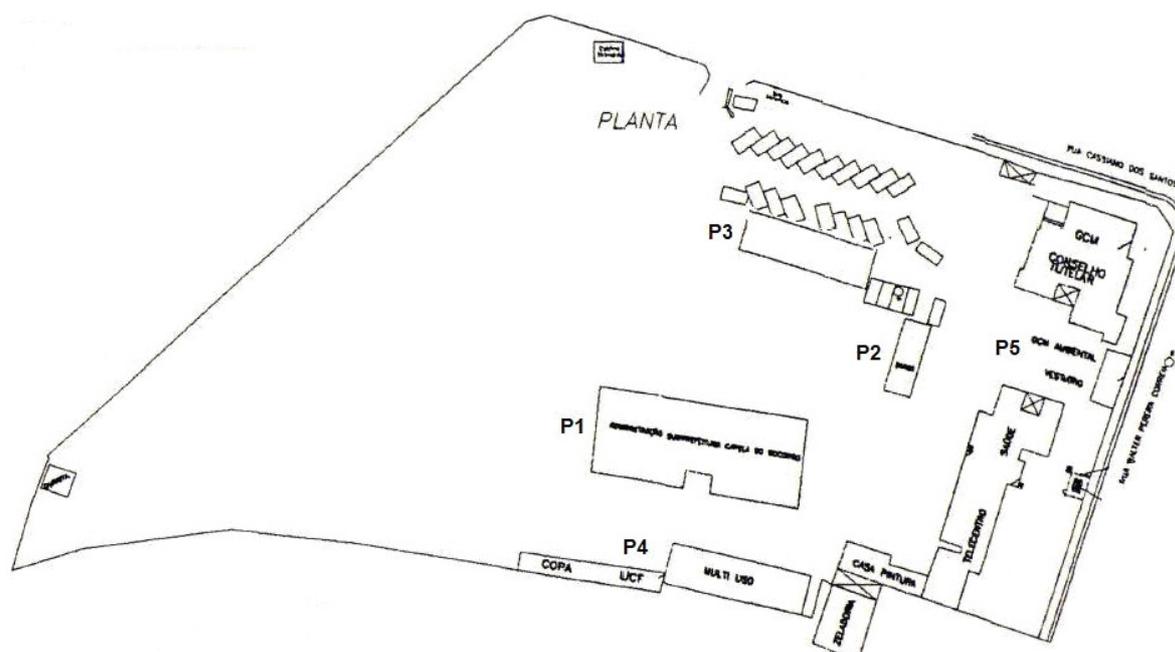


Fig.1- Prédios da Sede da Subprefeitura Capela do Socorro

As intervenções efetuadas no local, foram realizadas dentro do âmbito do projeto PURA - Programa de Racionalização do Uso de Água Potável, desenvolvido pela SABESP e implantado pela sua contratada, a firma ETEP. O autor, como funcionário da Subprefeitura, acompanhou todas as etapas deste programa. O treinamento de pessoal foi realizado pela SABESP.

As etapas do projeto foram:

- Levantamento de dados de consumo de água dos anos 2012 e 2013 (até abril) por RGI/ medidores;
- Diagnóstico das instalações hidráulicas das edificações, por tipo de equipamentos, consumo e condições de manutenção, vazamentos, vandalismo, fazendo a respectiva tabulação dos dados;
- Estabelecimento do plano de intervenção, que aprovado, foi executado seguindo um cronograma e
- Treinamento de pessoal nas categorias de Gestor, Controlador e Multiplicador.
- Gerenciamento e controle.

A tabela 1 compara os equipamentos hidrossanitários antes e depois das intervenções, seus consumos e ou características.

Tabela 1- Equipamentos hidrossanitários antes e depois das intervenções

Equipamento	Qtde	Situação Anterior consumo/	Situação Atual/ consumo
Válvula para chuveiro	4	Comum	Fechamento automático dispositivo antivandalismo
Válvula de descarga	5	12 litros/descarga	6 litros/descarga com redução de 50%
Acabamento antivandalismo para válvula de descarga	25	Inexistente	Instalado
Caixa de descarga elevada	1	Comum	Volume regulável 6 litros/descarga com redução de 50%
Válvula de descarga para mictório	2	Registro manual	Válvula fechamento automático
Bacia sanitária	23	Comum 12 litros/descarga	Volume de descarga reduzido 6 litros/descarga com redução de 50%
Bacia sanitária com caixa acoplada	2	Comum 12 litros/descarga	Volume de descarga reduzido 6 litros/descarga com redução de 50%
Reparo de válvula c/vazamento	20	6 litros/descarga	6 litros /descarga
Registros de torneiras de lavatório	44	Fechamento manual	Fechamento automático com arejador- 6 litros/Minuto
Registros de pia de cozinha	9	Fechamento manual	Fechamento automático com arejador- 6 litros/minuto
Fixador antivandalismo para torneira de lavatório	47	Inexistente	Tipo Porca de latão/PVC

METODOLOGIA

Foi utilizada a contabilidade ambiental em Emergia, desenvolvida por (Odum, 1996), que usa uma métrica comum, a emergia com “m”, para quantificar os recursos renováveis, não renováveis e comprados no sistema analisado, ou seja, o trabalho da natureza, o trabalho do homem e os fluxos de dinheiro, na geração de bens e serviços. Sua unidade é “sej” - solar energy joule. Calcula-se a partir da identificação e quantificação, em fluxo de energia, massa ou dinheiro, todos os recursos (naturais e econômicos) que entram no processo. Cada recurso é multiplicado pelo valor da “transformidade” (expressa em sej/J) ou fator de transformação (expresso em sej/massa ou sej/\$), calculados de acordo com a teoria de Odum, 1996. Foi calculado o payback ambiental e a economia em emergia, bem como a relação por ano entre investimento em emergia e benefício em emergia, ou seja quantos sej/ano são obtidos por cada sej investido/ano.

Foi utilizada a análise econômica pelo método clássico, para verificar se há vantagem econômica, Calculado o payback econômico, bem como a relação por ano entre investimento em R\$ e benefício econômico em R\$, ou seja, quantos R\$/ano são obtidos em benefício por cada R\$ investido/ano.

RESULTADOS

Custo Ambiental

O custo total em Emergia para implantar o programa é composto do custo total da implantação mais o custo total pelo descarte ou reuso.

A tabela 2 mostra os valores dos insumos para a implantação do programa, com o custo total em emergia no valor de $9,61 \times 10^{15}$ sej e o custo em emergia por ano de vida útil. Ressalta-se que o item cobre/latão representa 74,5% dos custos totais em emergia para implantação do programa.

Tabela 2-Emergia por ano de vida útil dos novos componentes hidráulicos implantados

Descrição	Material	Unid	Total	Fator de Transformação sej/unidade	Emergia total (sej)	Emergia/30 anos vida útil (10^{12} sej/ano)
Componentes hidráulicos	Cobre/latão	kg	68,9	$1,04 \times 10^{14}$ (I)	$71,67 \times 10^{14}$	238,90
Bacias sanitárias VDR 6 litros	Louça/cerâmica	kg	393,3	$4,80 \times 10^{12}$ (I)	$18,86 \times 10^{14}$	62,87
Azulejo	Louça/cerâmica	kg	33,8	$4,80 \times 10^{12}$ (I)	$1,62 \times 10^{14}$	5,4
Argamassa e rejunte	Areia/cimento	kg	102,0	$3,31 \times 10^{12}$ (I)	$3,37 \times 10^{14}$	11,23
Assentos e caixa elevada	Plástico	kg	26	$9,86 \times 10^9$ (I)	$2,56 \times 10^{12}$	0,09
Mão de obra	-	J	$4,42 \times 10^6$	$1,15 \times 10^7$ (II)	$5,08 \times 10^{13}$	1,69
Total					$9,61 \times 10^{15}$	320,18

Fonte (I) R.R.Pulselli 2007 (II) Bonilla et al. 2009

A tabela 3 mostra o custo total em emergia, pelo descarte ou reuso no valor de $5,83 \times 10^{15}$ sej e este custo rateado por ano de vida útil. Ressalte-se que o item cobre/latão representa 99,8% do custo total do descarte ou reuso.

Tabela 3- Emergia por ano de vida útil dos componentes reciclados ou descartados

Descrição	Material	Unid.	Total	Fator de transformação sej/unidade	Emergia total (sej)	Emergia/30 anos vida útil (10^{12} sej/ano)
Componentes hidráulicos/reciclados	Cobre/latão	kg	56	$1,04 \times 10^{14}$ (I)	$5,82 \times 10^{15}$	194,13
Caixas descarga/tampas de bacia	Plástico	kg	26	$9,86 \times 10^9$ (I)	$2,56 \times 10^{11}$	0,008
Resíduo/entulho x aterro sanitário	Inerte	kg	560	$1,33 \times 10^{10}$ (II)	$7,45 \times 10^{12}$	0,248
Total					$5,83 \times 10^{15}$	194,39

(I) R.R.Pulselli, 2007 (II) Frimaio Geslaine, 2011

Logo o custo total geral em emergia para implantar o PURA é $1,54 \times 10^{16}$ sej, ou $5,15 \times 10^{14}$ sej/por ano de vida útil, resultado da soma do custo total em emergia para implantar o programa de $9,61 \times 10^{15}$ sej mostrado na tabela 2 e do custo total pelo descarte ou reuso de $5,83 \times 10^{15}$ sej mostrado na tabela 3.

Benefício Ambiental

O benefício ambiental é composto da soma das três parcelas abaixo:

- Emergia pela redução volumétrica anual no consumo de água potável (tabela 2) multiplicada pela fator de transformação = $787 \text{ m}^3/\text{ano} \times 1,68 \times 10^{13} \text{ sej/m}^3$ (I) = $1,32 \times 10^{16}$ sej/ano (Ferreira, Pedro 2011 fl.54).
- Emergia pela redução volumétrica anual evitada no tratamento de esgoto multiplicada pelo fator de transformação = $787 \text{ m}^3/\text{ano} \times 9,48 \times 10^{11} \text{ se/m}^3$ (II) = $7,46 \times 10^{14}$ sej/ano (II) (Cesar da Silva, Carlos 2006 fl.89).
- Emergia pela venda como sucata do material metálico por ano de vida útil multiplicada pelo fator de transformação = $56 \text{ kg} \times 1/30 \text{ anos} \times 3,00 \text{ R\$/kg} \times 0,3 \times 10^{13} \text{ sej/US\$(III)}/2,10 \text{ R\$/US\$} = 8,0 \times 10^{12}$ sej/ ano (III) (Demetrio, Fernando Cutrim, 2010).

O benefício ambiental total é de $1,34 \times 10^{16}$ sej/ano

Custo Econômico

O custo econômico incluindo material e mão de obra para instalações, bem como treinamento, foi obtido junto a ETEP, por comunicação escrita via planilhas. O total deste custo é de R\$ 60.656,61.

Benefício Econômico

-Redução de consumo de água = R\$ $16,15/m^3 \times 787 m^3/ano = R\$12.710,00/ano$ (inclui água e esgoto).

-Receita pela venda da sucata metálica de R\$ 168,00 rateada pela vida útil do projeto, resultando R\$5,60/ano de vida útil.

O benefício econômico total pela implantação do programa é de R\$ 12.715,00/ano, resultado da soma dessas parcelas.

Payback

O Payback ambiental é de 13,8 meses, resultado do custo ambiental total de $1,54 \times 10^{16}$ sej dividido pelo benefício ambiental anual de $1,34 \times 10^{16}$ sej/ano. O saldo positivo anual em energia é de $1,20 \times 10^{16}$ sej/ano, resultado da economia anual em energia de $1,34 \times 10^{16}$ sej/ano menos o custo total em energia por ano de vida útil de $5,14 \times 10^{14}$ sej/ano. A relação de benefício anual em energia é de 1 para 26, ou seja para cada sej investido recupera-se 26 sej

O Payback econômico é de 4,8 anos resultado do custo total de implantação de R\$60.656,61 dividido pelo soma do valor da redução do consumo de R\$ 12.710,00/ano mais a venda da sucata de R\$ 5,60/ano de vida útil do projeto. O saldo financeiro positivo é de 10.693,70/ano. A relação de benefício anual é de 1 para 6,2 ou seja para cada R\$ investido recupera-se R\$ 6,20.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a implantação do PURA na Subprefeitura Capela do Socorro foi bem sucedida ambiental e economicamente. O payback ambiental é de 14 meses com uma relação favorável de 26 sej recuperados para cada investido, com economia ambiental de $1,20 \times 10^{16}$ sej/ano. O payback econômico é de 58 meses com uma relação anual favorável de RS 6 recuperados por cada R\$ investido. A economia é de R\$ 12.715,00/ano. Os Estados Unidos da América por meio do EAct- Energy Policy Act (1992) – FEMP - Federal Energy Management Programa (USA) www.eren.doe.gov.femp/ aceitam que o payback econômico seja de até 10 anos nos projetos de racionalização no uso da água potável.

A redução no consumo anual de água potável de 31,8% superou a meta perseguida de 20%. O fator principal foi a introdução de equipamentos hidráulicos mais eficientes, seguida de controles de vazamentos diários e de equipamentos, bem como da mudança de comportamento das pessoas, em fase de desenvolvimento. A continuidade do êxito do programa exige disciplina contínua e manutenção no foco do uso racional da água potável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, Cecília Maria V.B.; Borges Jr.; Bonilla, Silvia Helena; Giannetti Biagio F. Identifying improvements in water management of bus-washing stations in Brasil. *Resources, Conservation and Recycling*.54(2010)821-831.
2. Alves Filho, Ailton Pinto. A percepção do caos urbano, as enchentes e as suas repercussões nas políticas públicas da Região Metropolitana de São Paulo. *Saúde e Sociedade* 2006.3,115-161.
3. Bixio, D.; Thoeye, C.; Koning, J. De.; Joksimovich, D.; Savic, D.; Wintgens, T.; Melin, T. Wastewater Reuse in Europe. *Desalination*.187(2006)89-101.
4. Bonilla, Silvia Helena; Guarnetti, R.L.; Almeida, Cecilia Maria V.B.; Giannetti, Biagio F. Sustainability assessment of a giant bamboo plantation In Brasil: Exploring the influence of labour, time and space. *Journal of Cleaner Production*.31(2010)83-91.
5. Buenfill, Andres A. Emergy evaluation of water. Tese de doutorado, Universidade da Florida, Gainesville, US; 2001.
6. Silva, Carlos Cesar. Estudo de Caso de Tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais - Dissertação de Mestrado – Universidade Paulista - São Paulo; 2006.
7. Demetrio, Fenando Jorge Cutrin. Avaliação da sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em emergia. Tese de doutorado - Universidade Paulista - São Paulo; 2010.
8. EAct - Energy Policy Act(1992) – FEMP - Federal Energy Management Programa (USA) disponível em www.eren.doe.gov.femp/ consulta em 12 de Fevereiro de 2012.
9. Ferreira, Pedro José. Estudo de tratamento de água a partir da síntese em emergia - Universidade Paulista – São Paulo; 2011.
10. Frimaio, Geslaine. Aterro sanitário São João: Estudo dos indicadores ambientais em emergia - Dissertação de mestrado - Universidade Paulista; 2011.
11. Odum, Howard T. *Environmental Accounting: EMERGY and Environmental Decision Making*, John Wiley & Sons, New York; 1996.
12. Pan, Wei; Garnston, Helen. Building regulation in energy efficiency: Compliance in England Wales: *Energy Policy*.45(2012)594-605.
13. Pulselli, R.M.; Simoncini, E.; Pulselli, F.M.; Bastianoni, Simone. Emergy analysis of building manufacturing, maintenance and use: EM-building indices to evaluate housing sustainability.39(2007)620-628.
14. SABESP, Manual de instruções para implantação, gestão e mudanças de hábitos no Programa de Redução em Consumo de Água 2012.
15. Villarreal, Edgar; Dixon, Andrew. Analysis of collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden. *Building and Environment*.40 (2005),1174-1184.