

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**CONTABILIDADE AMBIENTAL E ECONÔMICA DA
REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E DO USO
DE ÁGUA DE CHUVA NA SUBPREFEITURA CAPELA DO
SOCORRO - SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, UNIP para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

ROBERTO CASTRO DE MOURA COELHO

SÃO PAULO

2014

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**CONTABILIDADE AMBIENTAL E ECONÔMICA DA
REDUÇÃO NO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL E DO USO
DE ÁGUA DE CHUVA NA SUBPREFEITURA CAPELA DO
SOCORRO - SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, UNIP para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profª Dra. Silvia Helena Bonilla.

Área de Concentração: Produção e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia industrial.

ROBERTO CASTRO DE MOURA COELHO

SÃO PAULO

2014

Coelho, Roberto Castro de Moura.

Contabilidade ambiental e econômica da redução no consumo de água potável e do uso de água de chuva na subprefeitura capela do socorro / Roberto Castro de Moura Coelho. - 2014.

69 f. : il. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2014.

Área de concentração: Produção e Meio Ambiente

Orientadora: Prof.^a Dra. Silvia Helena Bonilla.

1. Contabilidade ambiental. 2. Emergia. 3. Água potável.

4. Racionalização. 5. Água de chuva.

I. Bonilla, Silvia Helena (orientadora). II. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pela minha família.

À orientadora, Prof^a. Dra. Silvia H. Bonilla, pelo seu apoio, paciência, competência, dedicação e contínuo incentivo nos momentos difíceis.

Ao Prof^o. Dr. Biagio F. Giannetti, pela competência e pelos seminários com discussões e críticas construtivas, acompanhadas de compreensão e apoio.

À Prof^a. Dra. Cecília M. V. B. Almeida, pela competência, pelo apoio e contínua disposição em ajudar.

Ao Prof^o. Feni Dalano Roosevelt Agostinho, pela competência e apoio.

Ao Prof^o. Dr. Oduvaldo Vendrametto, pelos ensinamentos e importantes seminários conduzidos com competência.

Ao Prof^o. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto, pelo incentivo para a incessante busca da qualidade em todos os aspectos dos empreendimentos.

Ao Prof. Jair Minoru Abe, pela paciência e pelos importantes seminários.

Ao Luiz Ghelmandi do LAPOMA, pela amizade e contínua ajuda.

Aos funcionários da Secretaria da Pós- Graduação e demais funcionários da UNIP, pelo carinho e gentileza no atendimento ao mestrando.

À minha esposa Doroti e aos meus filhos, Artur e Débora, pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova ideia,
jamais voltará ao seu tamanho original

(Albert Einstein)

RESUMO

A disponibilidade de água potável nas grandes regiões metropolitanas é um problema crítico, cujas causas principais são: aumento da densidade populacional, desmatamento e seu uso não racional em função da falta de educação ambiental. Dentro desse contexto, está o uso da água em seus diferentes estágios de qualidade, e 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. A Prefeitura mediante contrato com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), está implantando o Programa de Uso Racional da Água (PURA). O objetivo deste trabalho é, por meio da contabilidade ambiental em emergia, desenvolvida por H. Odum, 1996 e por meio da análise econômica, avaliar ambiental e economicamente a racionalização do uso da água em dois cenários na Subprefeitura Capela do Socorro. O primeiro aplicando o PURA e o segundo pelo aproveitamento de água de chuva. Enquanto a contabilidade ambiental, mais abrangente, leva também em conta os serviços da natureza para produzir o bem, a análise econômica considera apenas o seu valor de mercado. A emergia, por meio de uma métrica comum, quantifica em “*sej*” - *solar energy joule*, os recursos renováveis, não renováveis e comprados no sistema analisado equivalentes ao trabalho da natureza, ao trabalho do homem e aos fluxos de dinheiro na geração de bens e serviços. Cada recurso que entra no processo é multiplicado pelo valor de emergia/unidade, que é fator de transformação, calculado de acordo com a teoria de Odum, 1996. A janela de tempo considerada é de um ano. No primeiro cenário, o PURA, há redução de 31,8 % no consumo de água potável e no segundo 21.2%, ambos em relação a 2012. O benefício ambiental líquido anual no primeiro cenário é de $1,37E+16$ *sej* e o econômico é de R\$10.984,00, com o *payback* ambiental em 9 meses e o econômico em 66 meses. A relação custo/benefício ambiental demonstra que para cada *sej* investido recupera-se 40 *sej* e, a econômica demonstra que para cada R\$ investido recupera-se R\$5,40. No cenário de aproveitamento de água de chuva, o benefício ambiental líquido anual é de $7,06E+15$ *sej* e o econômico é de R\$ 7.258,00, com *payback* ambiental em 125 meses e o econômico em 94 meses. A relação custo/benefício ambiental demonstra que para cada *sej* investido são recuperados 6,8 *sej* e, a econômica demonstra que para cada R\$ investido recupera-se R\$5,00.

Palavras-Chave: Contabilidade ambiental. Emergia. Racionalização. Água potável. Água de chuva.

ABSTRACT

The availability of drinking water in large metropolitan areas is a critical problem, whose main causes are: increased population density, deforestation and its not rational use due to lack of environmental education. It is within this context that falls the concern with an appropriate use of water in their different quality levels and the attainment of a better efficiency in its treatment and use. The State of São Paulo State as well as the Municipality of São Paulo has passed laws involving rational use of water, whose goal is the 20% reduction in potable water consumption. The Municipality under contract with the Basic Sanitation Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP), is implementing the Program for the Rational Use of Water (PURA). The aim of this work is to evaluate economically and environmentally, through the emergy accounting theory developed by H.T. Odum, 1996, the rationalization of water use in two scenarios at the Capela do Socorro Municipal building. The first scenario comprises the PURA program implementation. The second scenario involves rainwater use. While the emergetic environmental accounting considers also the natural services needed to produce a good, the economical point of view only considers the market value. Emergy accounting, by using a common metric, quantifies in "*sej*" - *solar energy joule*, the renewable, non renewable and purchased resources (corresponding to nature work, labour and money involved in goods and services) that enter the system. Each input is multiplied by the emergy/unit value, considered as a transformation factor, and calculated according to Odum theory. The time frame considered is one year. The first scenario shows a decrease of 31.8 % in potable water consumption, and the second one a reduction of 21.2%, when compared to values of 2012, before interventions. The annual net environmental benefit in the first scenario is $1.37\text{E}+16$ *sej* and the economical benefit is R\$10,984.00, with an environmental *payback* of 9 months and an economical of 66 months. The cost/benefit ratio shows that there is a return of 40 *sej* for each *sej* invested, and a return of R\$5.40 for each R\$. The scenario of water rain use shows an annual net environmental and economical benefit of $7.06\text{E}+15$ *sej* and de R\$ 7,258.00, respectively. The environmental *payback* is 125 months while de economic one is 94 months. Cost/benefit ratios shows that for each invested *sej* there is a return of 6.8 *sej* and for each R\$ a return of R\$5.00.

Keywords: Environmental accounting. Emergy. Rationalization. Potable water. Rainwater

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação da disponibilidade hídrica no Brasil em m ³ /hab.ano.....	11
Figura 2 – Projeção de consumo em milhões de galões/ dia	19
Figura 3 – Fluxograma de custos e benefícios do plano de gerenciamento de água	21
Figura 4 – Redução de consumo por interferência e gestão no PURA - USP	22
Figura 5 – Posicionamento e designação das edificações da Sede da Subprefeitura Capela do Socorro.	28
Figura 6 – Diagrama de energia do sistema com a implantação do PURA.....	31
Figura 7 – Diagrama de energia do sistema de aproveitamento de água de chuva..	32
Figura 8 – Potenciais de redução de consumo de água por tipo de equipamento hidrossanitário.	36
Figura 9 – Histórico da Média pluviométrica por décadas em postos meteorológicos da cidade de S. Paulo	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas mitigadoras do Plano Mestre da Universidade de Stanford	20
Tabela 2 – Consumo de água em bacias sanitárias e em jardins	25
Tabela 3 – UEV- Valor unitário de energia.....	30
Tabela 4 – Consumo de água nos equipamentos convencionais e equipamentos economizadores	36
Tabela 5 – Características e consumo dos equipamentos hidrossanitários antes e depois das intervenções e quantidades substituídas no PURA	37
Tabela 6 – Área de captação e volume potencial anual aproveitável de água pluvial	39
Tabela 7 – Volume de reservatório para captação de água de chuva	39
Tabela 8 – Volume útil aproveitável por dia de chuva no Município de São Paulo ...	40
Tabela 9 – Custo ambiental do PURA.....	41
Tabela 10 – Benefício ambiental bruto anual em energia do PURA	42
Tabela 11 – Benefício ambiental líquido anual em energia, <i>payback</i> ambiental e relação custo benefício do PURA.....	42
Tabela 12 – Benefício econômico bruto anual do PURA	43
Tabela 13 – Benefício econômico líquido anual, <i>payback</i> econômico ambiental e relação custo benefício do PURA.....	44
Tabela 14 – Custo ambiental para implantação, operação e manutenção do projeto- água de chuva.....	45
Tabela 15 – Benefício bruto anual em energia - Projeto água de chuva.....	46
Tabela 16 – Benefício ambiental líquido anual em energia, <i>payback</i> e relação custo/ benefício do Projeto água de chuva	46
Tabela 17 – Custos para implantação, operação e manutenção do sistema	47
Tabela 18 – Benefício econômico bruto anual – água de chuva.....	48
Tabela 19 – Benefício econômico líquido, <i>payback</i> e relação custo/benefício- Uso efetivo de água de chuva	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	ESTADO DA ARTE	17
3.1	Redução do consumo de água potável	17
3.2	Uso de água de chuva	23
4	SISTEMA ESTUDADO	27
5	METODOLOGIA.....	29
6	LEVANTAMENTO DE DADOS E PLANEJAMENTO	34
6.1	Projeto PURA.....	34
6.2	Uso de água de chuva	37
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
7.1	Resultados e discussão do PURA	41
7.1.1	Custo Ambiental	41
7.1.2	Benefício Ambiental do PURA.....	42
7.1.3	Custo Econômico.....	43
7.1.4	Benefício Econômico	43
7.1.5	Avaliação dos resultados do PURA	44
7.2	Resultados e discussão do uso de água de chuva	44
7.2.1	Custo ambiental.....	44
7.2.2	Benefício ambiental	46
7.2.3	Custo econômico	47
7.2.4	Benefício econômico	48
7.2.5	Avaliação dos resultados aproveitamento de água de chuva	49

8	CONCLUSÃO.....	50
9	PROPOSTA PARA CONTINUAÇÃO DO TRABALHO	51
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
	APÊNDICE A – Consumo água potável 2012 e 2013 extrapolado (m³/ano) e cálculo da energia da redução de consumo e da venda da sucata metálica.....	56
	APÊNDICE B – Volumes e usos: efetivo e potencial de água de chuva.....	57
	APÊNDICE C – Projeto do uso de água de chuva.....	58
	APÊNDICE D – Mão de Obra do uso de água pluvial pela tabela SINDUSCON, 2013	60
	APÊNDICE E – Peças e acessórios de polietileno e de PVC	61
	APÊNDICE F – Preços de componentes de PVC, acessórios e bomba submersa	62
	APÊNDICE G – Projeto água de chuva	63
	ANEXO A – Planilha 134 - Pontos Hidrossanitários: Prédio Principal, SUGESP e Defesa Civil	64
	ANEXO B – Planilha 138- Pontos Hidrossanitários: Saúde, Conselho Tutelar e GCM.....	65
	ANEXO C – Valores dos materiais e serviços - Contabilizados apenas Planilhas 134 e 138	66
	ANEXO D – Símbolos dos sistemas de energia para diagrama (Odum,1996)	68
	ANEXO E – Tarifa de energia elétrica Eletropaulo usada no projeto aproveitamento de água de chuva.....	69

1 INTRODUÇÃO

A água, elemento fundamental para os processos da Biosfera apresenta problema de escassez nas grandes regiões metropolitanas, causado pelo grande aumento populacional, uso não racional, desmatamento e falta ou má gestão dos investimentos. Em função disso, a água vem sendo captada em locais cada vez mais distantes, o que encarece seu custo, tanto econômica como ambiental para que atinja os padrões desejáveis para consumo humano.

Apenas 2,5% das reservas de água da Terra são de água doce, e a quantidade disponível na superfície é menos que 1% e sua distribuição é heterogênea, com abundância em algumas regiões e escassez em outras (UNWATER, 2013).

Uma preocupante situação sobre a escassez de água é apresentada pela ONU - Organização Mundial das Nações Unidas em seu Relatório do Milênio no Ano Internacional da água potável (2003), ressaltando:

- Cerca de 1,1 bilhão de pessoas no mundo não têm acesso à água na quantidade e qualidade necessárias para o consumo diário e desse total, 240 milhões vivem em estado de escassez crônica;
- Morrem por dia 6.000 crianças em razão de doenças associadas ao uso de água de qualidade inadequada e falta de condições sanitárias e higiene.
- O superbombeamento de água do subsolo, para beber e para a irrigação, tem causado diminuição de 10 metros no seu nível em muitas regiões, forçando as pessoas a usarem água de baixa qualidade para beber.

Segundo a Agência Nacional de Água (2005), o Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do mundo, avaliada em 12% da água superficial do planeta, mas não está isento de problemas. O quociente entre a vazão média anual e a população residente é utilizado pelas Nações Unidas como indicador de disponibilidade hídrica por habitante em grandes regiões. Nesse sentido, o Brasil é considerado rico, com uma disponibilidade per capita de 33 mil m³/ano, porém há quadros de baixa disponibilidade, associado a uma concentração populacional

elevada, como o observado no rio Tietê no Estado de São Paulo, chegando a atingir valores per capita menores que $500 \text{ m}^3/\text{ano}$, situação de escassez conforme mostrado na Figura 1. Pode ser citado o caso da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, com $186 \text{ m}^3/\text{ano}$ per capita (SABESP 2012), localização da Região Metropolitana de São Paulo, com 20 milhões de habitantes (IBGE 2010). Esse valor é inferior ao da disponibilidade do Estado de Pernambuco, o mais seco da Região Nordeste do Brasil, obrigando a SABESP a buscar fontes externas de água, principalmente na bacia do rio Piracicaba.

A Figura 1 mostra a classificação da disponibilidade hídrica do Brasil em $\text{m}^3/\text{hab.ano}$, com as classes, confortável, estresse e escassez.

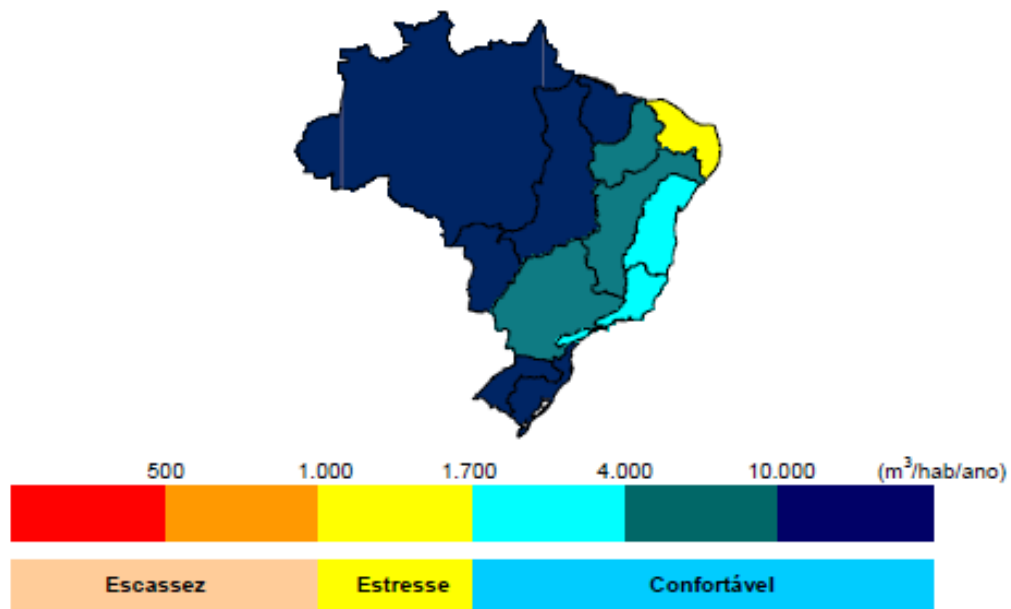


Figura 1 – Classificação da disponibilidade hídrica no Brasil em $\text{m}^3/\text{hab.ano}$ (ANA, 2005).

Bixio et al. (2006) definem índice de estresse de água de um país ou região como a taxa de retirada total de água em relação ao total de seus recursos renováveis de água doce. Esse índice entre 10 e 20% causa constrangimento no desenvolvimento e há necessidade de significativos investimentos para atender o suficiente fornecimento de água e, acima de 20% indica que há necessidade de abrangentes esforços de gestão para balancear oferta e demanda, e de resolver conflitos entre os usos competitivos. As áreas urbanizadas são mais sujeitas a esse tipo de estresse. Almeida et al. (2010) comentam que a cidade de São Paulo em

alguns casos supera os limites da sustentabilidade, suportando crescimento do estresse, tanto de escassez como de qualidade.

Para minimizar a escassez de água é necessário um adequado gerenciamento desse recurso, principalmente por meio da racionalização do seu uso, envolvendo investimentos, intervenções nos equipamentos hidrossanitários, aplicação de tecnologias mais avançadas e outras medidas que atendam a definição de racionalização da SABESP.

O uso racional de água é definido pela SABESP - Companhia de Saneamento Básico Ambiental, no seu Manual do Gestor do Programa de Uso Racional de Água – PURA (2012), como qualquer ação que:

- Reduza a quantidade extraída em fontes de suprimento;
- Reduza o consumo;
- Reduza o desperdício, ou ainda,
- Aumente a reciclagem e o reuso.

O PURA desenvolvido pela SABESP em 1996 pode ser aplicado de forma voluntária, tanto em prédios públicos como em prédios particulares. Tem como objetivo atuar na demanda, incentivando o uso racional por meio de ações tecnológicas, conscientização e sensibilização, estimulando a mudança cultural da população quanto ao desperdício da água, para combater a escassez de recursos hídricos, tendo como foco principal as bacias hidrográficas com condições críticas de disponibilidade hídrica. Seus principais benefícios são:

- Prorrogar a vida útil dos mananciais existentes, promovendo a conservação dos recursos;
- Reduzir investimentos na captação de água, que se encontra cada vez mais distante dos centros urbanos;
- Diminuir o volume de esgotos a serem coletados e tratados;
- Diminuir o consumo de energia elétrica e outros insumos.

Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), a racionalização do uso da água é uma das primeiras alternativas de um programa de gerenciamento de recursos hídricos, sendo imprescindível a determinação da quantidade e grau de qualidade de água necessária para cada uso.

Nos Estados Unidos da América, a implantação do FEMP- Programa Federal de Gerenciamento de Energia – Tecnologias de Conservação de Águas Domésticas (2002), estima um potencial de economia de 40%, no consumo de água potável, o que representa 450 milhões de litros de água por dia, nas instalações do Governo Federal, equivalendo a US\$ 250 a 290 milhões por ano. Esse programa está no contexto da *EPAct- Energy Policy Act* (Ação Política em Energia) de 1992, lei pública 102-486 definindo novos padrões de eficiência em energia e água. A Ordem Executiva 13123, *Greening the Government through Efficient Energy Management* (Tornando o Governo Ecológico por meio do Eficiente Gerenciamento de Energia) assinado em 1999, orienta o Governo Federal a implementar medidas de conservação de energia, com relação custo benefício favorável, em todas suas instalações, até 2010. O retorno do investimento deve ser em até 10 anos

O Brasil, por meio da Eletrobrás / Procel institui em 2003 o Procel – Sanear – Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental que atua de forma conjunta com o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDa e o Programa de Modernização de Saneamento, ambos coordenados pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental vinculado ao Ministério das Cidades. O enfoque que antes era mais em energia elétrica, é ampliado e atualmente abrange ações para a conservação da água. Esse programa está contido no Plano Nacional de Eficiência Energética do Ministério de Minas e Energia - Versão 18/10/2010. A ANA- Agência Nacional de Águas, autarquia federal sob regime especial, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Amazônia Legal, criada pela lei federal 9984 de 17/07/2000, tem como missão regular o uso das águas dos rios e lagos de domínio da União e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, garantindo o seu uso sustentável, evitando a poluição e o desperdício, e assegurando água de boa qualidade e em quantidade suficiente para a atual e as futuras gerações.

O governo do Estado de São Paulo, pelo Decreto 45.805 (São Paulo, 2001) institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água e, pelo Decreto 48.138 (São Paulo, 2003), institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso da água nos órgãos administrativos, autarquias, fundações, instituições mantidas pelo poder público e em empresas onde tenha participação majoritária, com meta de redução de 20% no consumo.

A Prefeitura do Município de São Paulo, por meio da lei 14.018 (São Paulo - SP, 2005), institui o Programa de Conservação e Uso Racional e Reuso em edificações públicas regulamentadas pelos decretos 47.279 e 47.231 (São Paulo – SP, 2006). A meta de redução também é de 20% no consumo de água potável. Para atingir essa meta, por meio de contrato com a SABESP, está implantando o PURA e uma das subprefeituras contempladas é a da Capela do Socorro.

Considerado também como uso racional da água, o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis pode ser classificado como reuso, pois ela não sofre alteração de suas características físico-químicas. Deve fazer parte do plano de racionalização do uso de água. Sua utilização para fins não nobres pode ser feita por variadas tecnologias e sistemas de acordo com a finalidade e, além de reduzir o consumo de água potável, reduz o volume de esgoto a tratar, os problemas de inundações e prejuízos em vazões de cheias. Segundo a CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2013), as águas de chuva são encaradas hoje pela legislação brasileira como esgoto, pois vão dos telhados e dos pisos para as bocas de lobo, carregando todos os tipos de impurezas, acabando em um córrego que desemboca em um rio que por sua vez vai suprir uma captação.

Villarreal e Dixon (2005), no estudo da captação de água de chuva para uso doméstico em Ringdansen, Norrköping- Suécia apresentam exemplos de seu uso em larga escala no Japão, Inglaterra, Singapura e Alemanha. Ressaltam o potencial dessa alternativa para suplementar fontes de água em várias finalidades em função da significativa área de cobertura dos telhados da cidade. Os usos são em banheiros, máquina de lavar, lavagem de carro, rega de jardins e outros fins.

Nos trabalhos pesquisados sobre o uso racional de água, a avaliação leva em conta o aspecto econômico do investimento necessário para a implantação e os benefícios obtidos pela redução do consumo de água potável, não quantificando o

aspecto ambiental do trabalho humano nem o trabalho da natureza, pois para isso seria necessário uma unidade comum que pudesse mensurá-las e compará-las, como por exemplo, a emergia. Foram pesquisados casos de universidades particulares ou públicas como: Constanzi et al. (2003); Stanford University (2003); Silvia (2004); Vilarreal et al. (2005); Gonçalves et al. (2007); Oliveira (2008); Velasquez et al. (2013); Marinho et al. (2013). Como caso na indústria cita-se Mierzwa (2002).

Buenfil (2001) comenta que a água tratada para consumo humano tem em termos ambientais, valor equivalente ao da gasolina, porém a maioria da população não utiliza a água com a mesma consideração com que o faz com a gasolina.

O presente trabalho utiliza a contabilidade ambiental em emergia desenvolvida por Odum (1996). A emergia com “m” quantifica em uma métrica comum, os recursos renováveis (R), não renováveis (N) e comprados (F), no sistema analisado, que representam o trabalho da natureza, o trabalho do homem e os fluxos de dinheiro na geração de bens e serviços, permitindo comparações. Sua unidade é “sej” - *solar emergy joule*. São avaliados os investimentos ambiental e econômico, envolvendo materiais, mão de obra e recursos financeiros para implantação, operação e manutenção de dois cenários de racionalização de água nas edificações da Subprefeitura Capela do Socorro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar dois projetos sob o aspecto ambiental e sob o aspecto econômico na Subprefeitura Capela do Socorro

- Implantação do PURA - Programa de Uso Racional de Água
- Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar, sob os aspectos ambiental e econômico, os custos, benefícios, tempo de retorno do investimento e a relação custo/benefício na implantação do PURA, visando à redução no consumo de água potável por meio de interferências nas instalações sanitárias, uso mais consciente e eliminação de desperdícios.
- Avaliar, sob os aspectos ambiental e econômico, os custos, benefícios, tempo de retorno do investimento e a relação custo/benefício na implantação do projeto de aproveitamento de água de chuva, visando à redução no consumo de água potável.
- Comparar, ambiental e economicamente os resultados desses dois cenários.

3 ESTADO DA ARTE

A escassez de água potável nas grandes regiões metropolitanas e a necessidade de racionalização de seu uso têm sido amplamente divulgadas, compatibilizando investimentos financeiros com benefícios econômicos pelo seu uso racional, porém a avaliação ambiental da racionalização tem menor divulgação e é menos conhecida, pois depende de uma métrica comum para quantificar e comparar todos os tipos de recursos, renováveis, não renováveis e financeiros. A contabilidade ambiental, em emergia, desenvolvida por Odum (1996) possibilita essa avaliação.

A maioria dos trabalhos pesquisados apresenta apenas a avaliação econômica sem fazer a avaliação ambiental. São encontrados trabalhos sobre Universidades públicas e privadas, empresas comerciais e uma indústria. As universidades têm semelhança com prédios públicos onde se enquadra o presente trabalho.

A apresentação do estado da arte aborda dois tópicos de racionalização, cada um com sua ordem cronológica:

- Uso racional visando a redução de consumo de água potável em prédios públicos e universidades, por meio da troca de equipamentos, alterações de projeto, melhoria na manutenção e de mudança comportamental.
- Reuso de água de chuva, citando exemplos da Austrália em geral, da Universidade de Ouro Preto e uma empresa de ônibus, em que foi feita uma avaliação ambiental.

3.1 Redução do consumo de água potável

Silvia (2003) avalia em termos econômicos a redução de consumo de água na Cidade Universitária da Universidade de São Paulo no município de São Paulo., SP, porém não faz a avaliação ambiental. Esse Programa denominado PURA USP (Programa de Uso Racional da Água na USP) – é estruturado, planejado, implantado, gerenciado e acompanhado na pós implantação, pelas próprias equipes da Cidade Universitária da USP - São Paulo no período de 1998 a 2003., tendo como contrapartida da SABESP, a redução de 25% no valor das tarifas de água e

esgoto. O consumo médio mensal de água passou de 137.881 m³ no semestre agosto/dezembro 1998 para 83.366 m³ no semestre julho/dezembro 2003, resultando na redução de 36%. A redução no consumo per capita é de 38%, passando de 114 litros/dia em agosto/dezembro 1998 para 70 litros/dia em julho/dezembro 2002. O benefício econômico líquido no período de Agosto/ 1998 a Dezembro/2003 foi de R\$ 46,61 milhões

A Universidade Stanford (2003) apresenta o plano mestre de conservação, reuso e reciclagem de água iniciado em 1999. Considera apenas a redução de consumo, sem avaliar a parte ambiental. A Comissão de Utilidades Públicas de São Francisco - SFPUC, disponibiliza para a Universidade 3,033 milhões de galões de água por dia conforme curva da parte central do gráfico da Figura 3. A média de consumo no período de 1999 a 2000 era de 2,77 milhões de galões por dia. Considerada a recirculação o consumo atinge 3,63 milhões de galões por dia, equivalendo ao consumo diário de 147,1 galões per capita (Base 1999-2000) para uma população de 24.700 pessoas. Mantida a tendência de consumo devido ao crescimento demográfico e hábitos de consumo, e sem o plano de racionalização, o limite de disponibilidade de 3,033 milhões de galões por dia, não considerada a recirculação, seria atingido em 2003 chegando a 3,6 milhões de galões por dia em 2012, conforme mostra a curva da parte superior do gráfico. Qualquer aumento dependeria da autorização do SFPUC ou de procurar novas fontes de suprimento. Assim era uma questão de alta prioridade manter ou reduzir o consumo diário de água de 3,033 milhões de galões, mesmo projetando um aumento de consumidores nos anos subsequentes.

A curva da parte inferior do gráfico da Figura 2 que o consumo se mantém até 2012, abaixo do limite de 3,033 milhões de galões por dia de água fornecida pela SFPUC e a projeção de consumo até caso o plano não seja implantado conforme mostrado na curva superior do gráfico.

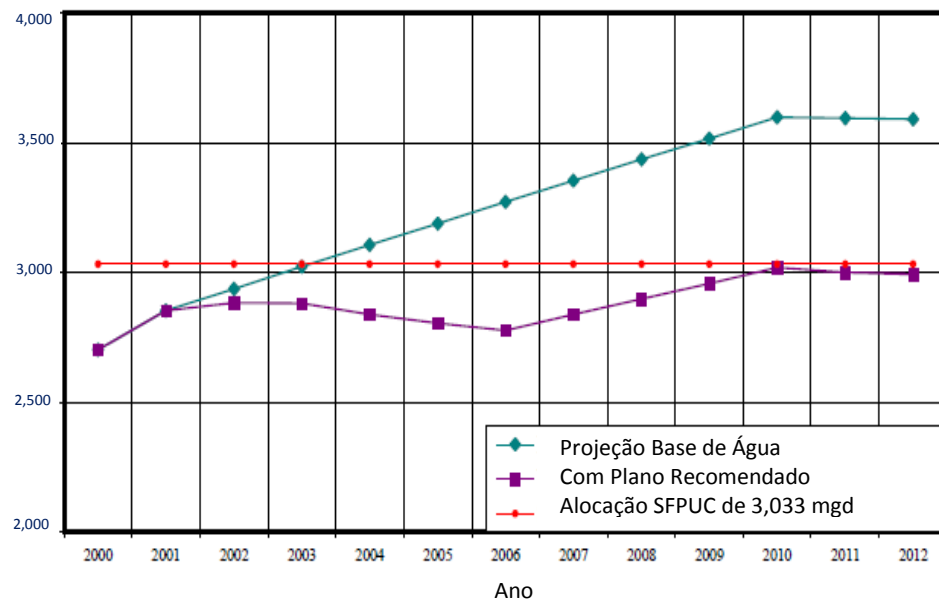


Figura 2 – Projeção de consumo em milhões de galões/ dia (Stanford University, 2003)

A tabela 1 apresenta 14 medidas mitigadoras do plano da Universidade de Stanford, que implantadas resultam nos seguintes custos e benefícios:

- Economia de água de 0,38 milhões de galões/dia em 2005
- Economia de água de 0,528 milhões de galões/dia em 2010
- Custo total no período 2002 a 2005 de US\$ 2,75 milhões
- Custo total no período 2006 a 2010 de US\$ 1,78 milhões
- Valor presente dos custos (baseado em 30 anos) de US\$4,90 milhões
- Valor presente dos benefícios de US\$ 7,59 (baseado no custo de US\$ 1.176/milhão de galões)
- Custo da água economizada US\$ 965/ milhão de galões
- Relação benefício/ custo de 1,55

Tabela 1 – Medidas mitigadoras do Plano Mestre da Universidade de Stanford

No.	Medidas	Descrição resumida
1	Substituição por bacias sanitárias de fluxo muito baixo	Substituição de 90% das ineficientes bacias sanitárias do campus por modelos com fluxo de 1,6 galões(USA) por descarga (6 litros por descarga)
2	Adaptação de chuveiros de banheiros	Substituição de 90% dos ineficientes chuveiros em todo o campus.
3	Substituição de mictórios	Continuar com o plano de substituição dos atuais mictórios, mas adiando para aqueles com fluxo de até 0,5 galões USA (1,89 l/ descarga), ou usar válvulas disponíveis no mercado até atingir uma taxa de reposição de 90%.
4	Substituição por lavadora de roupa de alta eficiência	Substituir as atuais lavadoras de roupa existentes nos alojamentos dos estudantes, por eficientes lavadoras (por ex. modelos com alimentação frontal). Manter pagamento de utilização por tipo de máquina
5	Programas de divulgação pública	Implementar um programa de educação pública multifacetada dirigida aos departamentos, estudantes e empregadores, ressaltando a necessidade de conservar a água. Realçar programas e descontos disponíveis
6	Instalações da Central de Energia-Torre de resfriamento e utilização de purga de caldeira	Preparar engenharia preliminar e testes-piloto de torre de resfriamento e purga de caldeiras como água para irrigation.Determinar melhor maneira de integrar essa fonte com o sistema do lago e usar para irrigar áreas novas e existentes
7	Professores / funcionários auditorias água habitação.	Auditoria interna / externa de consumo de água, para não menos de 30% na moradia do staff/ corpo docente em um ciclo de repetição de cinco anos. Foco na redução da irrigação, banheiro e usos de lavagem(roupas etc)
8	Gestão da água para paisagismo vegetal	Fornecer mensalmente acompanhamento do previsto e desempenho para grandes áreas irrigadas. Realizar periodicamente auditorias das grandes áreas gramadas
9	Seleção de paisagem adaptável	Substituição, quando viável, de áreas de gramado e sistema de irrigação que demonstraram ser ineficientes, por paisagem vegetal de baixo custo e baixo consumo de água
10	Novos paisagismos com eficiente sistemas de uso de água de irrigação	Alterar e requerer o uso de diretrizes de desenho de paisagem de Stanford e FDS para garantir o uso predominante de tipos de plantas eficientes em termos de utilização de água. Desenvolver e aderir ao orçamento de água. Conduzir revisões dos planos de eficiência de água
11	Novos paisagismo no sistema de água do lago	Colocar toda novo paisagismo alimentado a partir do sistema de água do lago
12	Controladores de ET para novas habitações professores/ staff	Instalar controladores de evapotranspiração (ET) de base em toda paisagem irrigada em novas áreas habitacionais professores / staff
13	Selecionado áreas acadêmica para uso da água do lago	Ligar irrigação em cinco jardins especificamente identificados na rede doméstica para o sistema de lago
14	Utilizar água do lago para áreas de prática de futebol.	Estender o sistema do lago para irrigar o campo de prática de futebol

Fonte: Stanford University (2003) - Tradução do autor.

A figura 3 apresenta o fluxograma de custos e benefícios do plano mestre para redução do consumo de água na Universidade de Stanford.

O bloco penetração no mercado (taxa de instalação) para clientes existentes é a porcentagem estimada de clientes que participarão na medida até a fase final de implantação da medida. As estimativas são baseadas em experiência de outras agências de água que implantam medidas similares.

Em economia e finanças, custo marginal é a mudança no custo total de produção advinda da variação em uma unidade da quantidade produzida. Por outras palavras, pode-se ainda dizer que o custo marginal representa o acréscimo do custo total pela produção de mais uma unidade.

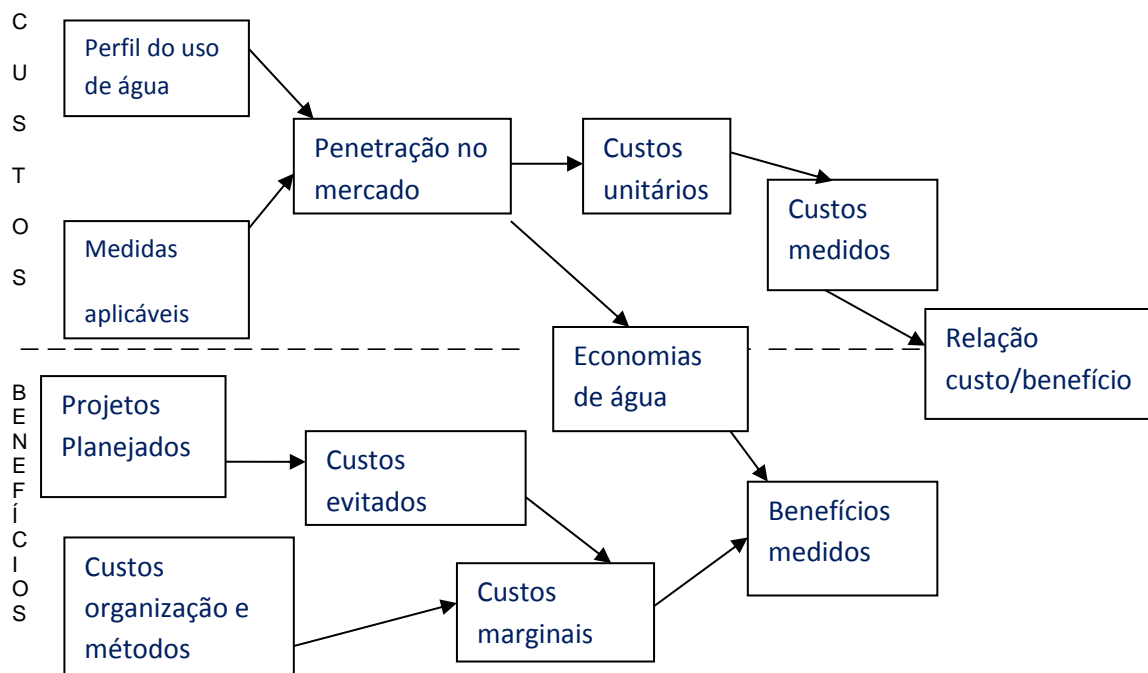


Figura 3 – Fluxograma de custos e benefícios do plano de gerenciamento de água (Universidade de Stanford, 2003).

Constanzi et al. (2003) estudam a viabilidade econômica de modificação dos equipamentos prediais de água fria, bem como a funcionalidade dos mesmos nas salas de aula de edificações do campus de Cascavel da Universidade Federal Oeste do Paraná. A população era de 828 acadêmicos distribuídos em três prédios, consumo aproximado mensal de 618m³, consumo diário de 24 m³ e consumo dia per capita de 8 litros de água. O retorno do investimento foi estimado em 2 anos.

Gonçalves et al. (2007), por meio da revista Hydro, complementam a abordagem do PURA-USP trabalho de Silvia (2003), porém não faz a avaliação ambiental, abordando apenas, a redução de consumo e o aspecto econômico. Em 1997 o consumo de água em potável é de 150mil m³/mês e o gasto mensal é de R\$ 1,46 milhão. Na Fase 1 da implantação (1998/1999) foram realizadas intervenções físicas em 7 unidades, responsáveis por 50% do consumo do campus. Na fase 2 (2000/2002) foram realizadas nas outras 21 unidades responsáveis pelos outros 50% do consumo. Os resultados apresentam uma redução de 43% no consumo de água de 1998 a 2006, passando de 137.881 para 78.826m³/mês. O benefício econômico no período de 1998 a 2006 foi de R\$114 milhões. A Figura 4 mostra a redução de consumo na implantação e na gestão nas fases 1 e 2 do projeto.

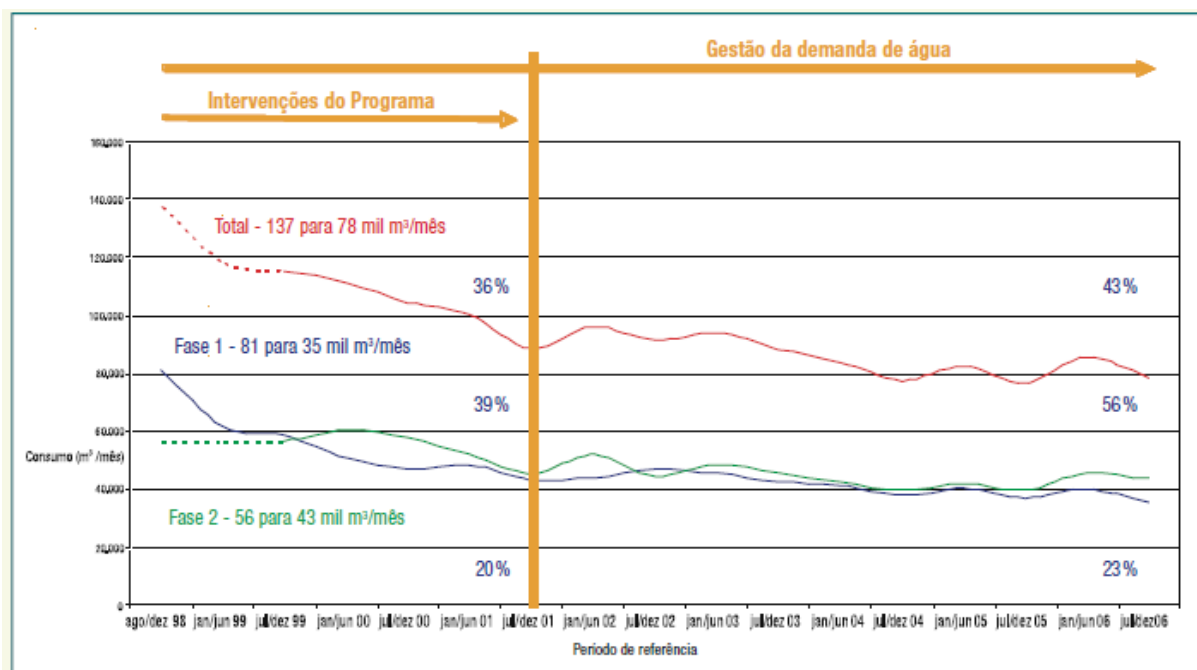


Figura 4 – Redução de consumo por interferência e gestão no PURA - USP (Gonçalves, 2007)

Gomes (2013) apresenta estudo para um uso eficiente de água no campus da Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba. Detectou que em 9 anos um crescimento demográfica de 67,5% na população da universidade e um aumento no consumo de água de 128%, o que demonstra a necessidade de implementar medidas de racionalização no uso da água. Analisou 135 edificações, 1923 pontos de consumo, e 11% dos aparelhos sanitários apresentavam patologias. Não apresenta avaliação ou indicadores ambientais no estudo. Ainda não houve implantação das medidas desse estudo.

Velasquez. et al. (2013) apresentam um estudo da otimização do uso da água na Universidade de Sonora- México, com aplicação do método *SMS- Sustainability Management System*, concluindo que é possível, eliminar, reduzir ou evitar causas de perda de água incorporando a filosofia da Produção Limpa e Prevenção da Poluição. As decisões não podem ser tomadas baseadas somente no tempo de retorno do investimento. A escolha do horário de menor insolação para a rega de jardim reduz a evaporação e o consumo de água. Também as iniciativas de racionalização do uso e conscientização ambiental dos usuários resulta na redução do consumo de água, Entre as vantagens obtidas na Universidade pela incorporação da filosofia da Produção mais Limpa e Prevenção da Poluição, na otimização e gerenciamento do uso da água, a principal é manter o baixo nível total de desperdício de água em 38m³ equivalente a U\$59 no intervalo de três períodos letivos, de Janeiro-Junho/2008; Agosto-Dezembro/2009 e Janeiro-Maio 2009.

Marinho et al. (2013) apresentam a racionalização do uso da água como uma poderosa ferramenta para promover a sustentabilidade na universidade. O projeto AGUAPURA foi implantado na Universidade Federal da Bahia, que possui cerca de 100 prédios, quase todos com medidor individual de água. A redução per capita foi 50% no consumo diário de água, de 46,6 litros em 1999/2000 para 23,6 litros por pessoa em 2008, com população da universidade variando de 24.738 para 30.272. Em 2001, a redução de consumo anual per capita, comparada com 1999/2000, caiu para 42,6% devido à queda da participação das unidades universitárias, que é voluntária, e 42% dessas unidades, participando ativamente com registros diários, 50% irregularmente e 8% sem participação.

3.2 Uso de água de chuva

Coombes et al. (2006) apresentam artigo de 10 anos de pesquisa na Universidade de Newcastle na Austrália, da utilização de água de chuva inclusive para beber, por cerca de 3 milhões de australianos da área rural. Por decisão governamental, agora há estímulo para o uso de água de chuva em tanques em área urbana como suplemento da água da rede pública. Antes de 1990 era proibida em área urbana a instalação de tanques para coleta de água de chuva. O uso passou a ser permitido para fins não nobres como bacias sanitárias, lavagem de

pátio, irrigação de gramados e jardins. Outra finalidade é conter enchentes nas áreas urbanas. Embora a água de chuva em tanques seja largamente usada na Austrália, há limitados conhecimentos sobre a qualidade do suprimento de água de chuva. O artigo analisa o aspecto qualitativo da água de chuva, sistemas para sua captação e tanques utilizados para sua estocagem. Não faz a análise ambiental nem a econômica.

Oliveira (2008) estuda a viabilidade do aproveitamento de água de chuva na Universidade Federal de Ouro Preto, que utiliza somente água originárias de poços artesianos próprios. Analisa dois cenários quanto à demanda e oferta de água de chuva, porém não faz nem a análise econômica nem a ambiental.

- Irrigação de 7140 m² de um campo de futebol, cuja necessidade maior de irrigação de 760 m³ de água ocorre entre os meses de maio a agosto, período de estiagem. O volume útil anual de 4200 m³ captado nos 3.190 m² de área de captação do telhado do ginásio poliesportivo atende plenamente a necessidade de 760m³ / mês para de irrigação do campo, mesmo no período de estiagem.
- Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis nos laboratórios de Engenharia Metalúrgica; Engenharia de Produção, Controle e Automação e Engenharia Civil, cujos consumos anuais para bacias sanitárias são respectivamente, 816m³, 708 m³ e 756 m³ que representam respectivamente 44%, 88% e 41% das captações aproveitáveis dos telhados correspondentes. Os usuários entre funcionários e estudantes totalizam 204 pessoas. Os volumes dos tanques de armazenagem calculados pelos métodos da norma NBR15527/2007 são respectivamente 335m³, 228 m³ e 305m³.

A tabela 2 apresenta o consumo de água em bacias sanitárias por número de pessoas e em irrigação por m² de gramado, que utiliza no seu estudo.

Tabela 2 – Consumo de água em bacias sanitárias e em jardins

Consumo em bacias sanitárias em função do nº de funcionários		Consumo de gramados em função da área	
Pessoas nº	Consumo/mês m ³	Área m ²	Consumo/mês m ³
5	5	50	1
10	9	100	2
15	14	150	2
20	18	200	3
25	23	250	4
30	27	300	5
35	32	350	6
40	36	400	6
45	41	450	7
50	45	500	8
55	50	550	9
60	54	600	10
65	59	650	10
70	63	700	11
75	68	750	12
80	72	800	13
85	77	850	14
90	81	900	14
95	86	950	15
100	90	1000	16

Fonte: Thomaz, 2003, apud Oliveira, 2008.

Almeida et al. (2010) utilizam a contabilidade ambiental em emergia na avaliação do uso da água para lavagem de ônibus, de três companhias em São Paulo- SP, que usam água de poços artesianos, respectivamente 18.296 m³/ano, 17.000 m³/ano e 35.000 m³/ano constatado no levantamento de dados para o projeto. Na primeira, com a implantação do uso de 4.860 m³/ano de água de chuva e de 59.544 m³/ano de reuso do sistema de tratamento de água instalado na pós lavagem da própria companhia, houve significativos benefícios ambientais. O aumento no estoque de água para lavagem de ônibus reduz aproximadamente em 81% a taxa de carga ambiental em emergia (ELR), passando de 900 para 170. Essa taxa expressa o uso dos serviços ambientais por um sistema, indicando a carga sobre o meio ambiente. Quanto menor a taxa, menor o estresse sobre o meio ambiente. A contabilidade ambiental do estudo indica que o reuso de água já usada

e a captação e uso de água de chuva melhoram o desempenho ambiental em termos de energia, dos sistemas estudados. Comentam que São Paulo, em alguns casos, supera os limites da sustentabilidade, tolerando crescimento do estresse, tanto de escassez como de qualidade de água.

4 SISTEMA ESTUDADO

O estudo foi realizado na sede da Subprefeitura da Capela do Socorro que se localiza na zona sul de do município de São Paulo- SP. São 3.200 m² de área construída distribuídos em uma edificação com três pavimentos, outra com dois pavimentos e as demais só com pavimento térreo.

O fornecimento de água potável é feito pela SABESP, cuja 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 estudado também o potencial aproveitamento de águas pluviais captados das coberturas de amianto e de concreto com revestimento asfáltico.

A Figura 5 mostra esquematicamente o posicionamento e designação das Edificações, de P1 a P5 da sede da Subprefeitura Capela do Socorro. As edificações de maiores áreas construídas são P1 e P5. Nas edificações funcionam:

- P1: Gabinete do subprefeito e sua acessória, praça de atendimento ao público, Coordenadoria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano;
- P2: Defesa Civil;
- P3: SUGESP- Supervisão e Gestão de Pessoal;
- P4: Copa, cozinha, salão multiuso para treinamento, zeladoria, oficina de Pintura;
- P5: Guarda Civil Municipal, Guarda Civil Ambiental, Administração da Saúde e Conselho Tutelar.

5 METODOLOGIA

Para o estudo dos dois cenários na Subprefeitura Capela do Socorro, implantação do PURA e do aproveitamento de água de chuva, foram utilizadas a contabilidade ambiental em emergia para avaliação ambiental e a análise econômica para sua avaliação.

Para o PURA 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 o período de um ano.

Para o cenário de aproveitamento de água de chuva, foram levantadas as áreas de cobertura das edificações que resultaram em um total de 2202 m². Foi desenvolvido o projeto para instalação um sistema de captação e armazenagem.

Foram calculados para ambos os cenários:

- Os custos anuais em emergia e em R\$;
- Os benefícios ambiental em emergia e os econômicos em R\$;
- O *payback* ambiental e o *payback* econômico e
- A relação custo benefício ambiental em *sej* investido por *sej* recuperado, e a econômica em R\$ investido por R\$ recuperado.

A contabilidade ambiental em emergia, desenvolvida por Odum (1996), usa uma métrica comum, a emergia com “m”, para quantificar os recursos renováveis (R), não renováveis (N) e comprados (F) no sistema analisado, que representam, o trabalho da natureza, o trabalho do homem e os fluxos de dinheiro, na geração de bens e serviços. Sua unidade é “*sej*” - *solar emergy joule*. A linha de base 15,83 x 10²⁴ *solar emjoules (sej)/ano* representa o fluxo anual planetário de emergia (Odum, 2000). A contabilidade ambiental, é calculada a partir da identificação e quantificação, em fluxo de energia, massa ou dinheiro, 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/unidade de massa* ou *sej/\$*), calculados de acordo com a teoria de Odum (1996). Foi considerada a janela do tempo de um ano.

Algumas das definições das estabelecidas por Odum (1996):

- Energia solar - Energia solar usada direta ou indiretamente para fazer um serviço ou produto. Sua unidade é a solar *emjoule* (*sej*);
- Transformidade solar - Energia solar requerida para fazer um Joule de um serviço ou produto. Sua unidade é *sej/J*. A transformidade solar de um produto é sua energia dividida pela sua energia. A transformidade solar da luz solar absorvida pelo planeta Terra é igual a 1 *sej/J* por definição;
- *Empower* - Fluxo de energia por unidade de tempo (unidade: *emjoules* por unidade de tempo);
- *Solar empower* - Fluxo de energia solar por unidade de tempo (unidade *solar emjoules* por unidade de tempo).

A UEV – *Unit Emergy Value*, valor unitário de energia pode ser expresso em *sej/J*, *sej/* unidade de massa ou *sej/ \$*). Os valores de UEV usados neste trabalho foram obtidos na literatura. A tabela 3 apresenta esses valores e suas fontes.

Tabela 3 – UEV- Valor unitário de energia

Recurso	unid	UEV (<i>Sej</i> /unid)	Fonte
Aço	kg	6,97E+12	Pulselli (2007)
Alumínio	kg	2,13E+13	Pulselli (2007)
Concreto	kg	1,81E+12	Pulselli (2007)
Cobre	kg	1,04E+14	Pulselli (2007)
Louça/ Cerâmica	kg	4,80E+12	Pulselli (2007)
Argamassa	kg	3,31E+12	Pulselli (2007)
Material orgânico do solo	J	1,24E+05	Pulselli (2007)
PVC	kg	9,86E+12	Pulselli (2007)
Mão de obra	J	1,24E+07	Pulselli (2007)
Eleticidade	J	2,69E+05	Odum (2000)
Dinheiro	US\$	3,00E+12	Demetrio(2010)
Água- Energia potencial química	J	3,06E+04	Odum(1996); Odum(2000)
Dinheiro	US\$	3,00E+12	Demetrio(2010)
Resíduo sólido urbano no aterro sanitário	kg	1,26E+11	Frimaio (2011)
Água potável	m ³	1,68E+12	Ferreira (2011)

Fonte: Odum (1996,2000); Pulselli (2007); Demetrio (2010); Frimaio (2011); Ferreira (2011)

Foram elaborados os diagramas de energia para os dois cenários, considerando a janela do tempo de um ano, mostrando o sistema, a interação entre as entradas e saídas de seus componentes, os fluxos de energia e massa, de recursos renováveis, não renováveis e comprados, representados por símbolos elaborados por Odum (1996). (ANEXO D).

A figura 6 mostra o diagrama de energia com a implantação do PURA.

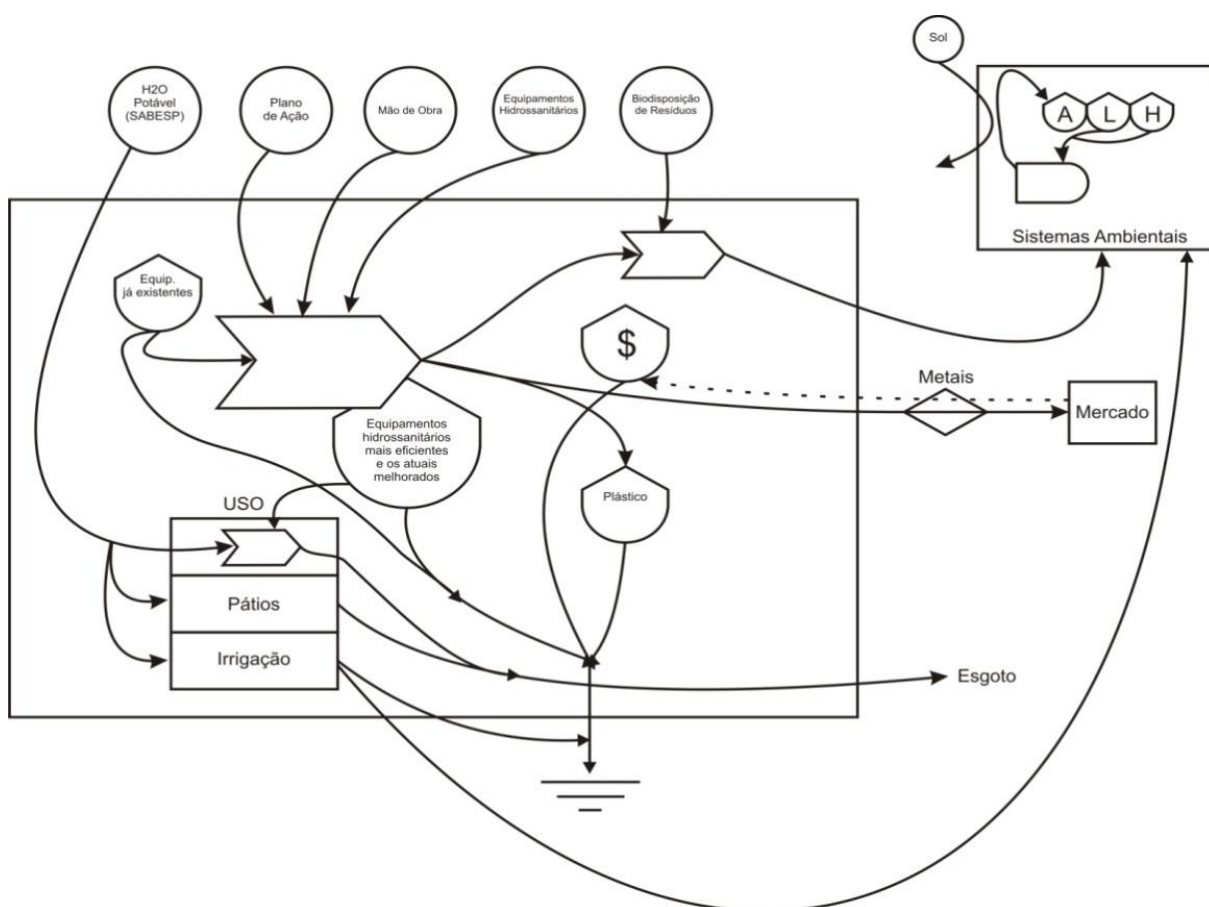


Figura 6 – Diagrama de energia do sistema com a implantação do PURA

A figura 7 mostra o diagrama de energia com a implantação do projeto de aproveitamento de água de chuva.

- *Payback*: é obtido pela divisão dos custos totais durante a vida útil do projeto pelo benefício líquido anual. Representa o tempo de recuperar o investimento ambiental em energia e o tempo para recuperar o investimento econômico.

Investimento é um conceito originário do campo da economia e tem grande importância para as organizações. O investimento, em seu sentido econômico, significa utilizar recursos disponíveis, no tempo presente, para criar mais recursos no futuro. Os investimentos podem ser de diversos tipos, mas, basicamente dividem-se em três grandes categorias, quando definidas em relação a sua origem: investimentos públicos, investimentos privados e investimentos mistos.

6 LEVANTAMENTO DE DADOS E PLANEJAMENTO

Tanto para o PURA como para o projeto de aproveitamento de águas pluviais, os dados de massa, composição básica e características dos componentes hidrossanitários, foram obtidos em catálogos de fabricantes de equipamentos e acessórios.

6.1 Projeto PURA

O levantamento de dados para o PURA foi realizado pela ETEP – Consultoria Gerenciamento e Serviços com acompanhamento do autor, envolvendo as fases de auditoria e diagnóstico do sistema. Essa empresa fornece os dados de custos para a implantação, envolvendo projeto, material e mão de obra, por meio de planilhas com os valores apresentados de forma conjunta (ANEXO C). As horas de mão de obra gastas no PURA, foram estimadas a partir de informações telefônicas baseadas nas planilhas citadas.

A partir das contas de água e esgoto da SABESP, determinou-se o consumo 2.476 m³/ano de água potável no ano de 2012, que serviu de base para este trabalho. O consumo de Janeiro a Abril/2013 foi extrapolado para o todo o período do ano de 2013.

Da fase de auditoria do sistema constam:

- Conhecer “in loco” as características físicas e funcionais dos sistemas hidráulicos, devido à inexistência de plantas das edificações e projeto hidráulico ou fluxogramas das instalações hidráulicas das mesmas;
- Elaboração de croquis simples das instalações hidráulicas em função da ausência de documentação técnica;
- Identificar os medidores das redes de alimentação de água dos prédios pelo RGI- Registro Geral de Identificação da SABESP.

Da fase de diagnóstico do sistema constam:

- Detecção de vazamentos visíveis e não visíveis;

- Identificação de vazamentos na tubulação embutida nas paredes e pisos;
- Levantamento do perfil do consumo anual de água potável, baseado na análise das contas de água da SABESP do ano de 2012.
- Levantamento da quantidade e capacidade volumétrica dos reservatórios d'água, que no caso de nosso estudo, são abastecidos direta e exclusivamente pela rede SABESP;
- Levantar condições de operação da torneira de boia, do local de deságue do extravasor e da tubulação de limpeza dos reservatórios de água;
- Levantar condições de manutenção dos sistemas hidráulicos, que no caso do sistema estudado era de manutenção corretiva com longo tempo para o reparo;
- Levantar se havia sinais de vandalismo nas instalações hidrossanitárias, principalmente nas usadas pelo público externo.

Da fase de planejamento, após auditoria e diagnóstico constam:

- Estabelecimento do plano de intervenção, que aprovado, foi executado seguindo um cronograma;
- Treinamento de pessoal nas categorias de Gestor, Controlador e Multiplicador realizado pela SABESP;
- Implantação;
- Gerenciamento e controle.

A tabela 4 apresenta consumo de água nos equipamentos convencionais e equipamentos economizadores

Tabela 4 – Consumo de água nos equipamentos convencionais e equipamentos economizadores

Equipamentos	Consumo em equipamento convencional	Equipamento economizador	Consumo de equipamento economizador
Bacia com caixa acoplada	12 l/descarga	Bacia VDR	6 l/descarga
Bacia com válvula bem regulada	10 l/descarga	Bacia VDR	6 l/descarga
Ducha (quente + fria) até 6 mca	0,19 l/s	Restritor vazão 8 l/s	0,16 l/s
Ducha (quente + fria)-15 a 20 mca	0,34 l/s	Restritor vazão 8 l/s	0,13 l/s
Torneira de pia até 6 mca	0,23 l/s	Arejador vazão 6l/s	0,10 l/s
Torneira de pia- 15 a 20 mca	0,42 l/s	Arejador vazão 6 l/s	0,10 l/s
Torneira de uso geral/tanque até 6 mca	0,26 l/s	Regulador de vazão	0,13 l/s
Torneira de uso geral/tanque-15 a 20 mca	0,42 l/s	Regulador de vazão	0,21 l/s
Torneira de uso geral/tanque até 6 mca	0,26 l/s	Restritor de vazão	0,10 l/s
Torneira de uso geral/tanque-15 a 20 mca	0,42 l/s	Restritor de vazão	0,10 /s
Torneira de jardim-40 a 50mca	0,66 l/s	Regulador de vazão	0,33 l/s
Mictório	2,00 l/uso	Válvula automática	1,00 l/uso

Fonte: SABESP- Equipamentos economizadores.

A Figura 8 apresenta o potencial em porcentagem de redução de consumo, por tipo de equipamento hidrossanitário.

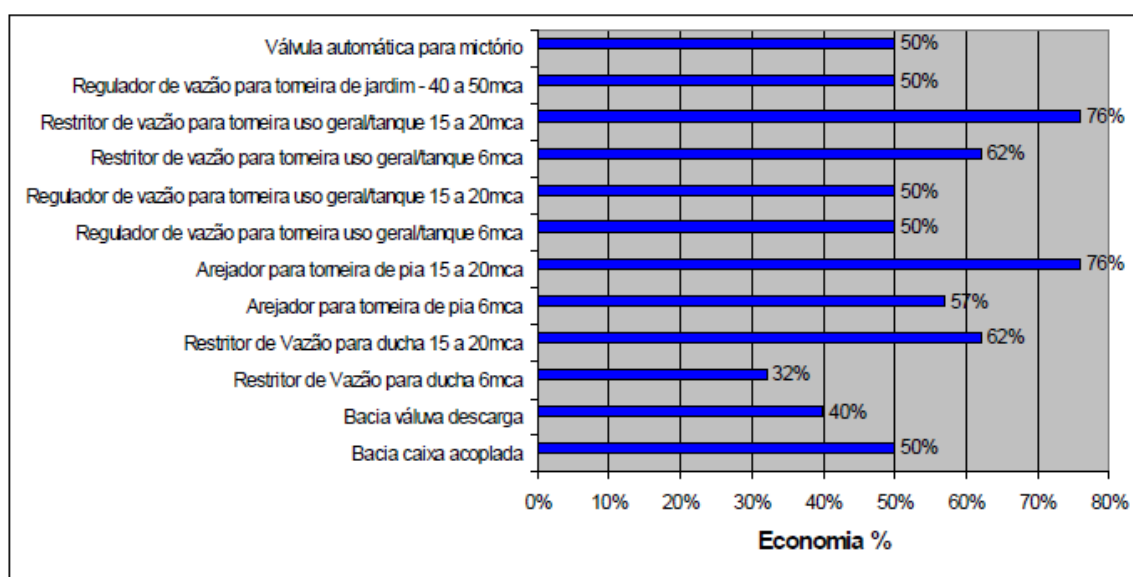


Figura 8 – Potenciais de redução de consumo de água por tipo de equipamento hidrossanitário. (SABESP 2001 apud Oliveira, 2008).

A tabela 5 apresenta as características dos equipamentos hidrossanitários antes e depois das intervenções e as quantidades substituídas no PURA.

Tabela 5 – Características e consumo dos equipamentos hidrossanitários antes e depois das intervenções e quantidades substituídas no PURA

Equipamento	Quant.	Situação Anterior consumo/	Situação Atual/ consumo
Válvula para chuveiro (fria + quente) 15 a 20 mca	4	Convencional 0,34 litro/s	Fechamento automático 0,13 litro/s dispositivo antivandalismo
Válvula de descarga	5	Convencional 12 litros/descarga	6 litros/descarga
Acabamento antivandalismo para válvula de descarga	25	Inexistente	Instalado
Caixa de descarga elevada	1	Convencional 12 l/descarga	Volume regulável 6 litros/descarga
Válvula de descarga para mictório	2	Registro manual 2 litros/uso	Válvula fechamento automático 1 litro/uso
Bacia sanitária	23	Convencional 12 litros/descarga	Volume de descarga reduzido 6 litros/descarga
Bacia sanitária com caixa acoplada	2	Convencional 12 litros/descarga	Volume de descarga reduzido 6 litros/descarga
Reparo de válvula c/vazamento	20	6 litros/descarga	6 litros /descarga
Registros de torneiras de lavatório	44	Fechamento manual 0,42 litro/min	Fechamento automático com arejador- 6 litros/Minuto
Registros de pia de cozinha 15 a 20 mca	9	Fechamento manual 10,42 litros/min	Fechamento automático com arejador- 6 litros/minuto
Fixador antivandalismo para torneira de lavatório	47	Inexistente	Tipo porca de latão/PVC

Fonte: Autor.

6.2 Uso de água de chuva

No levantamento de dados para o estudo do aproveitamento de água de chuva, desenvolvido pelo autor, foram considerados:

- Usos potenciais da água de chuva;
- Áreas de captação das coberturas das edificações;
- Capacidade dos reservatórios em função do volume aproveitável;

- Desenvolvimento do projeto incluindo concepção, cálculos, orçamento, instalação, operação e manutenção, considerando o aproveitamento de 2 tanques de polietileno de 10.000 litros que estavam desativados.

O volume aproveitável de água pluvial representa um estoque potencial que pode ser usado para fins que não necessitem de potabilidade, podendo reduzir o consumo de água potável. O volume de água de chuva aproveitável depende do índice pluviométrico, da área de captação do telhado, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, da evapotranspiração e da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial.

Alves Filho A.P (2006), apresenta no histograma da Figura 9, cálculos das médias pluviométricos por decênio, de alguns postos pluviométricos da cidade de São Paulo, a partir do Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo do DAEE, em uma série histórica dos anos de 1931 a 2000. Constata-se nesse histograma a tendência do aumento da pluviosidade. No presente trabalho foi adotada a média pluviométrica anual de 1.500 mm, baseada na tendência média da década 1991 a 2000, mostrado na Figura 9.

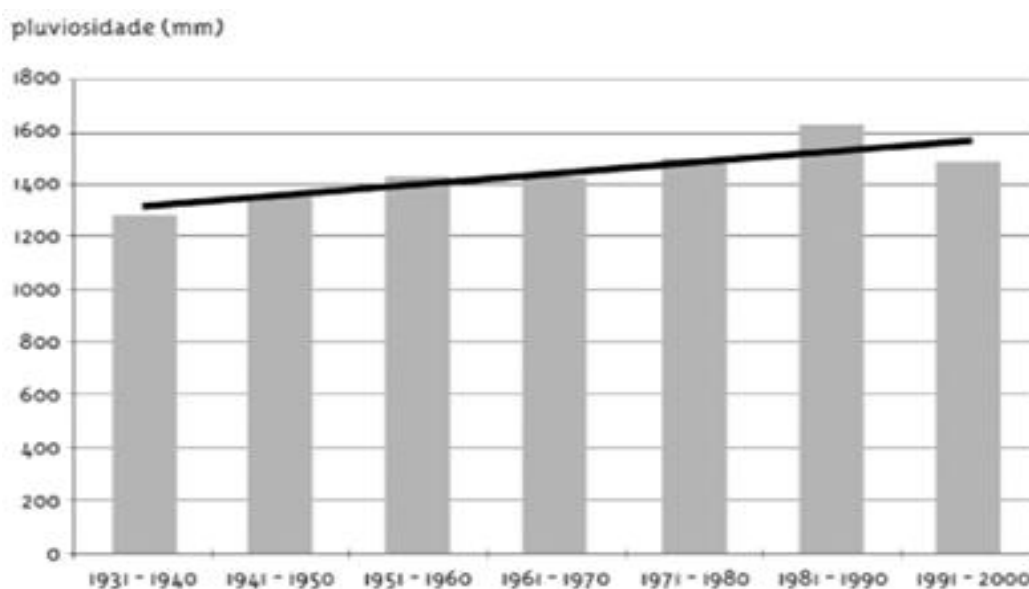


Figura 9 – Histórico da Média pluviométrica por décadas em postos meteorológicos da cidade de S. Paulo (DAEE – Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo apud Fendrich, 2002).

Fendrich (2002) apresenta coeficientes de escoamento superficial (runoff) para a coleta de águas pluviais em coberturas, sendo de 0,70 a 0,85 para telhas de

cimento amianto, de 0,80 a 0,95 para pavimento de concreto e de 0,70 a 0,90, para pavimentos asfálticos. Foi adotado o valor desse coeficiente igual a 0,80 para todos os tipos de cobertura do estudo, tanto para laje de concreto com revestimento asfáltico como para telhas de cimento amianto. Adotou-se um índice pluviométrico conservador de 1500 mm por ano baseado no gráfico da figura 9.

Segundo o autor, o volume anual aproveitável é: $V = A \times P_a \times C$, onde:

V = Volume aproveitável (m^3);

A = Área do telhado (m^2);

P_a = Índice pluviométrico anual (mm)/1000;

C = Coeficiente de escoamento (runoff) é a relação entre o volume escoado e o volume precipitado de água de chuva.

Foi desconsiderado o descarte inicial, em função dos usos, como regas de jardins, lavagem de pátios e lavagem de veículos. Será instalado dispositivo com tela para retenção de impurezas grossas.

A tabela 6 mostra a área de captação de água de chuva dos telhados totalizando 2202 m^2 e o volume potencial aproveitável de 2643 m^3 /ano.

Tabela 6 – Área de captação e volume potencial anual aproveitável de água pluvial

Prédio	P1	P2	P3	P4	P5	Total
A = Área de captação (m^2)	500	129	234	425	914	2202
Volume aproveitável de água de chuva (m^3 /ano)	600	155	281	510	1097	2643

Fonte: Autor.

Para o cálculo do volume do reservatório para água de chuva, segundo a NBR 15.527/2007 da ABNT, deve-se dimensionar com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando-se em conta as boas práticas de engenharia. A tabela 7 apresenta volumes calculados pelos métodos sugeridos por essa norma para o presente projeto.

Tabela 7 – Volume de reservatório para captação de água de chuva

Método	Azevedo Neto	Prático alemão	Prático inglês	Prático australiano
Volume (m^3)	416	159	198	217

Fonte: ABNT-NBR 15527/2007.

Fendrich (2009) questiona os volumes de armazenagem resultantes da aplicação desses métodos da NBR 15.207/2007, cujos resultados levam a volumes elevados com altos custos de implantação.

No presente trabalho, adotou-se o volume de estocagem de apenas 28,4 m³, que atende ao índice m³/dia de chuva da tabela 8, exceto em março. Em 5 meses do ano, o volume aproveitável é igual ou menor que 15m³/dia por dia de chuva. Para isso é considerado o esvaziamento diário dos tanques, para rega de jardins e hortas, lavagem de pátios, lavagem de carros pequenos e outros usos potenciais. Definiu-se o reuso de 2 tanques de polietileno de 10 m³ cada um, existentes no pátio de sucata, sendo necessária somente a compra de 3 tanques de polietileno com volume de 2,8 m³ cada um que serão posicionados em pontos estratégicos para otimizar o uso de água e tubulação de PVC empregada.

A tabela 8 foi baseada nos índices pluviométricos e dias de chuva mensais, e no índice pluviométrico anual médio de 1486 mm do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2009) para o Município de São Paulo. Para efeito de dimensionamento do tanque de armazenamento admitiu-se para 2012 os mesmos índices pluviométricos mensais e dias de chuvas do ano de 2009.

Tabela 8 – Volume útil aproveitável por dia de chuva no Município de São Paulo

Mês	Índice pluviométrico (mm)	Volume útil mensal de captação (m ³)	Dias de chuva	Volume útil (m ³ /dia de chuva)
Janeiro	238	419	18	23,3
Fevereiro	255	449	16	28,1
Março	159	452	13	34,8
Abril	75	132	9	14,7
Maio	73	129	9	12,3
Junho	55	97	6	16,2
Julho	44	78	7	11,1
Agosto	39	69	7	9,8
Setembro	80	141	9	15,7
Outubro	123	217	11	19,7
Novembro	145	255	13	19,7
Dezembro	200	352	16	22,0
Total	1486	2618	134	19,6

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Resultados e discussão do PURA

7.1.1 Custo Ambiental

Os insumos em emergia para a implantação do sistema são calculados a partir da massa dos equipamentos hidrossanitários e da energia da mão de obra empregada. A emergia para o descarte de 560 Kg de entulho é baseada na emergia total do aterro São João em 2009 (Frimaio, 2011) dividido pela quantidade de resíduo sólido urbano recebido em 2009, obtendo-se $1,26 \times 10^{11}$ sej/kg multiplicado por 560 kg e rateado pela vida útil do projeto. As peças metálicas e plásticas substituídas, já pertenciam ao estoque antes da implantação. As peças metálicas são vendidas como sucata e as plásticas permanecem em estoque para reciclagem.

A tabela 9 apresenta o custo ambiental em emergia anual para a implantação e descarte do resíduo sólido gerado. Do porcentual total em emergia por ano, o item cobre/latão representa 70% e o item bacia sanitária 18%, que juntos totalizam aproximadamente 88%. A vida útil dos componentes hidrossanitários foi obtida de literatura de pesquisa e a partir disso foi determinada a vida útil de 30 anos para o projeto. O custo total dividido por 30 resulta no custo anual.

Tabela 9 – Custo ambiental do PURA

	Descrição	Material	Unid	Quant.	UEV (sej/unid)	Emergia anual (sej/ano)	Porc. (sej/sej)(%)
1	Componente hidráulico	Cobre/latão	kg	68,9	1,04E+14	2,39E+14	69,48
2	Bacia sanitária VDR 6 litros	Louça/cerâmica	kg	393	4,80E+12	6,29E+13	18,28
3	Azulejo	Louça/cerâmica	kg	33,8	4,80E+12	5,41E+12	1,57
4	Argamassa e rejunte	Areia/cimento	kg	102	3,31E+12	1,13E+13	3,28
5	Assento e caixa elevada	Plástico/ PVC	kg	26	9,86E+12	8,55E+12	2,49
6	Mão de obra 2hx8h/dx5d	-	J	3,49E+07	1,24E+07	1,44E+13	4,19
7	Aterro	Resíduo sólido urbano	Kg	560	1,26E+11	2,35E+12	0,68
	Total					3,44E+14	100,00

UEV dos Itens 1 a 6 - Pulselli (2007); item 7 Frimaio (2011).

7.1.2 Benefício Ambiental do PURA

O item principal do benefício bruto é a redução do consumo de água potável representando 94,60% , seguido pela redução no volume do tratamento de esgoto com 5,33%. Os metais hidrossanitários substituídos e vendidos como sucata, têm representatividade insignificante. A tabela 10 mostra o benefício ambiental bruto em energia por ano de $1,40 \times 10^{16}$ sej/ano.

Tabela 10 – Benefício ambiental bruto anual em energia do PURA

Item		Unid.	Quant.	UEV (sej/unid)	Total (sej/ano)	Porcent. %
1	Redução no consumo de água	m³	787	1,68E+13	1,32E+16	94,28
2	Redução no tratamento de esgoto	m³	787	9,48E+11	7,46E+14	5,33
3	Venda de Sucata	US\$	80	3,00E+12	8,00E+12	0,06
		Total			1,40E+16	100,00

UEV : item 1- Ferreira (2011); item 2- Silvia (2006) ; item 3- Demetrio(2010).

O benefício ambiental líquido anual é obtido pela diferença entre o benefício anual bruto e o custo anual. O atrativo *payback* ambiental em 9 meses resulta da divisão do custo ambiental total em energia durante 30 anos pelo benefício ambiental anual líquido. A relação custo/benefício mostra que para cada *sej* investido recupera-se 40 *sej*. A tabela 11 apresenta o benefício ambiental líquido, o *payback* e a relação custo benefício ambiental.

Tabela 11 – Benefício ambiental líquido anual em energia, *payback* ambiental e relação custo benefício do PURA

item	sej	sej/sej	Nº de meses
1	Benefício bruto anual	1,40E+16	
2	Custo anual	3,44E+14	
3	Benefício líquido anual	1,37E+16	
4	Custo em 30 anos	1,03E+16	
5	Relação custo/benefício	1 : 40	
6	<i>Payback</i>		9

7.1.3 Custo Econômico

O custo econômico total de R\$60.656,16 do PURA foi obtido com a firma contratada pela SABESP, por comunicação escrita, via planilhas 134 e 138 (ANEXO C). Engloba material, mão de obra para instalações e descarte, e treinamento, porém sem uma discriminação bem definida dos valores de material e mão de obra.

7.1.4 Benefício Econômico

O benefício econômico bruto anual do PURA de R\$ 13,007,00 apresentado na tabela 12 é gerado quase que exclusivamente pela redução no consumo de água e correspondente redução do tratamento de esgoto.

Tabela 12 – Benefício econômico bruto anual do PURA

item		Unid.	Quant.	R\$/unid	R\$/ano	Porc.
1	Redução anual de água e esgoto	m ³	787	16,52	13.001,24	99,96%
2	Venda de sucata metálica	kg	56	3,00	5,60	0,04%
Total					13.006,84	100,00%

O benefício econômico líquido resulta da diferença entre o benefício bruto e o custo. O *payback* econômico resulta da divisão do custo total pelo benefício líquido anual. Seu valor é de 66 meses, sendo superior em 7 vezes ao do *payback* ambiental. Na relação custo/benefício para cada R\$ 1 investido são recuperados R\$ 5,43 e também é menos atraente que a relação custo/benefício ambiental. O *payback* econômico do presente trabalho é atrativo comparado com o *payback* de até 120 meses aceito para os projetos de racionalização no uso de água potável do FEMP – Programa de Gerenciamento de Energia - USA(1992).A tabela 13 apresenta o benefício líquido, a relação custo/benefício e o *payback*.

Tabela 13 – Benefício econômico líquido anual, payback econômico ambiental e relação custo benefício do PURA

item		R\$	R\$/R\$	Nº de meses
1	Benefício bruto anual	13.006,54		
2	Custo anual	2.021,87		
3	Benefício líquido anual	10.984,67		
4	Custo em 30 anos	60.656,16		
5	Relação custo/benefício		1 : 5,43	
6	<i>Payback</i>			66

7.1.5 Avaliação dos resultados do PURA

Os resultados demonstram que a implantação do PURA na Subprefeitura Capela do Socorro foi bem sucedida ambiental e economicamente. O retorno do investimento ambiental tem uma atratividade 7 vezes maior que o retorno do investimento econômico. A redução de 31,8% superou a meta de 20% estabelecida inicialmente, e o fator principal foi a introdução de equipamentos hidráulicos mais eficientes, seguido de controles semanais de vazamentos e de equipamentos, e o início da mudança de comportamento dos usuários internos. A continuidade do êxito do programa exige disciplina, manutenção das instalações e foco no uso racional da água potável.

7.2 Resultados e discussão do uso de água de chuva

7.2.1 Custo ambiental

A tabela 14 apresenta o custo ambiental total por ano envolvendo custos de implantação, operação e manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva. A vida útil do projeto é de 40 anos, baseada na vida útil dos principais componentes. Segundo Carvalho (2010), a vida útil para o PVC e alumínio é de 40 anos e para o aço, cobre e concreto é de 60 anos. A vida útil do polietileno de alta densidade está entre 50 a 100 anos, segundo a PPI Publications–TR-43 (2003). No

aspecto ambiental os itens mais significativos são:concreto, aço, eletricidade e mão de obra, cada um com aproximadamente 20%, totalizando79% do total do custo ambiental.

Tabela 14 – Custo ambiental para implantação, operação e manutenção do projeto-água de chuva

	Descrição	Material	Unid.	Quantidade	UEV (sej/unid)	Energia (sej/ano)	Porc. %
1	Tanques 10.000 litros - Reuso	Polietileno	kg	3,36E+02	8,85E+12	7,43E+13	4,04
2	Tanques 2.800 litros-	Polietileno	kg	1,65E+02	8,85E+12	3,65E+13	1,98
3	Conjunto calhas, condutores	PVC	kg	7,90E+02	9,86E+12	1,95E+14	10,60
4	parafusos para bucha plástica	Aço	kg	1,32E+00	6,97E+12	2,30E+13	1,25
5	anéis elásticos para peças PVC	Borracha	kg	3,50E+00	7,22E+09	6,32E+08	<0,01
6	Registros soldável 50 mm	PVC	kg	3,48E+00	9,86E+12	8,58E+11	0,04
7	Bomba submersa-	Alumínio	kg	6,00E+00	1,81E+12	2,71E+11	0,01
8	Escavadeira Bobcat- locação	-	US\$	5,00E+02	3,00E+12	3,75E+13	2,04
9	Material orgânico 3%	solo	J	7,76E+09	1,24E+05	2,41E+13	1,31
10	Colunas, bases e blocos	Concreto	kg	8,64E+03	1,81E+12	3,91E+14	21,25
11	Armação para concreto	Aço	kg	2,11E+02	6,97E+12	3,68E+13	2,00
12	Perfis I e chapas	Aço	kg	1,78E+03	6,97E+12	3,10E+14	16,85
13	Mão de obra de implantação		J	1,87E+08	1,24E+07	5,80E+13	3,15
14	Mão de obra - manutenção		j	2,40E+07	1,24E+07	2,98E+14	16,20
15	Eletricidade- operação		j	1,26E+09	2,77E+05	3,49E+14	18,97
16	Aterro	Entulho/RSM	kg	2,00E+03	1,26E+11	6,30E+12	0,34
	Total					1,84E+15	100,00

UEV : itens 1 a 14- Pulselli (2007); item 15- Odum (1996) e Odum (2000); item 16- Frimaio (2011).

7.2.2 Benefício ambiental

O benefício bruto ambiental contabiliza:

- O uso efetivo de 525 m³/ano de água de chuva, do total aproveitável de 2643 m³/ano do projeto, pois ainda não está definido o uso dos restantes 2118 m³, o que melhoraria os resultados. A utilização se destina à rega de jardins, lavagem de pátio e lavagem de carros.
- Energia potencial química da água de chuva.

A Tabela 15 apresenta o benefício ambiental bruto anual

Tabela 15 – Benefício bruto anual em energia - Projeto água de chuva

Item	Descrição.	Unid.	Quant.	UEV (sej/unid)	Energia (sej/ano)	Percent.. %
1	Redução no consumo	m ³	5,25E+02	1,68E+13	8,82E+15	99
2	Energia potencial química	J	2,59E+09	3,06E+04	7,93E+13	1
Total					8,90E+15	100

UEV item 1. Ferreira (2011); item 2. Odum (1996; 2000)

O benefício líquido ambiental anual resulta da diferença entre o benefício bruto anual e o custo anual. O *payback* é a relação entre o custo total durante vida útil e o benefício líquido anual. A tabela 16 apresenta o benefício líquido, o *payback* e a relação custo benefício.

Tabela 16 – Benefício ambiental líquido anual em energia, *payback* e relação custo/benefício do Projeto água de chuva

item		sej	sej/sej	Nº de meses
1	Benefício bruto anual	8,90E+15		
2	Custo anual	1,84E+15		
3	Benefício líquido anual	7,06E+15		
4	Custo em 40 anos	7,36E+16		
5	Relação custo/benefício		1 : 6,8	
6	<i>Payback</i>			125

O *payback* ambiental do projeto água de chuva é maior que 10 anos para o volume de utilização de 525 m³/ano, o que não o torna atraente sob o aspecto ambiental. Caso se use o volume residual disponível de 2.118m³/ano, mantidos os custos ambientais, o *payback* passa para 25 meses melhorando muito sua atratividade.

7.2.3 Custo econômico

A tabela 17 apresenta o custo anual dos insumos para a implantação, custo de operação e manutenção do projeto de aproveitamento de água de chuva. Os itens mais significativos são: mão de obra com 31% e material de PVC com 25% que totalizam 61% do custo total.

Tabela 17 – Custos para implantação, operação e manutenção do sistema

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Custo R\$/unid	Custo Total R\$/ano	Percent. %
1	Tanque de polietileno-10m ³ - Reuso	tanque	2	0,00	0,00	0,00
2	Tanque polietileno- 3,8 m ³	tanque	3	1.719,00	129,00	9,11
3	Calha de PVC 3m x 125mm		58	43,00	62,00	4,38
4	Conexões e acessórios de PVC para calha	conjunto	1	3.106,00	78,00	5,51
5	Tubos de PVC	conjunto	1	7.738,00	194,00	13,71
6	Conexões, Registros de PVC e acessórios	conjunto	1	3.528,00	89,00	6,29
7	Bomba submersível	bomba	1	238,00	6,00	0,42
8	Aluguel escavadeira Bobcat	serviço	1	1.272,00	32,00	2,26
9	Concreto usinado e blocos de concreto	conjunto	1	983,00	25,00	1,77
10	Aço para perfis , chapas e armação para concreto	conjunto	1	6.420,00	161,00	11,38
11	Mão de obra- implantação	hh	429	12,92	139,00	9,82
12	Mão obra - Manutenção	hh/ano	55	6,61	364,00	25,72
13	Eletricidade para bomba	Kwh/ano	351	0,386	136,00	9,61
Total					1.415,00	100,00

Itens: 1 a 10- Preços de mercado (2013); 11 e 12 SINDUSCON (2013); 13 Demetrio (2010).

7.2.4 Benefício econômico

O benefício econômico bruto na tabela 18 contabiliza o uso efetivo de apenas 525 m³/ano de água de chuva em substituição à água potável. O uso é para rega de jardins, lavagem de pátio e lavagem de carro.

Tabela 18 – Benefício econômico bruto anual – água de chuva

item		Unid.	Quant.	R\$/unid	R\$/ano	Porc.
1	Redução anual de água	m ³	525	16,52	13.001,24	100,00%

O benefício econômico líquido anual resulta da diferença entre o benefício bruto anual e o custo anual. A tabela 19 apresenta o benefício líquido, o *payback* e a relação custo benefício na redução no consumo de água potável pelo efetivo uso de água de chuva coletada nos telhados. O *payback* resulta da divisão do custo total durante pelo benefício líquido anual. O volume restante de 2.118 m³ não foi contabilizado porque ainda não está definido seu uso, o qual se efetivado, representa uma sensível melhoria do benefício econômico líquido do projeto.

Tabela 19 – Benefício econômico líquido, *payback* e relação custo/benefício- Uso efetivo de água de chuva

Item	Descrição	Unid.	Quant.	RS\$/m ³	R\$/ano
1	<u>Benefício bruto</u>				
	Uso efetivo de água de chuva	m ³ /ano	525	16,52	8.673,00
	Disponibilidade água não contabilizada	m ³ /ano	2.118	16,52	34.989,00
2	Custo				1.415,00
3	Benefício líquido efetivo				7.258,00
4	Custo total em 40 anos (R\$)				56.600,00
5	<i>Payback</i>				94 meses
6	Relação custo/benefício (R\$/ R\$)				1 : 5

7.2.5 Avaliação dos resultados aproveitamento de água de chuva

O *payback* econômico de 94 meses do projeto do aproveitamento de água de chuva é razoável se comparado com o *payback* de 120 meses aceitos pelo FEMP em projetos de racionalização do uso de água conforme comentado no item 7.1.4. Caso se use integralmente o volume restante disponível de 2.118 m³ /ano, mantendo os custos, o *payback* passa para 57 meses, melhorando a atratividade do mesmo. O *payback* ambiental de 125 meses tem pouca atratividade, que melhora caso se use o volume de 2218 m³/ ano cujo uso não foi decidido e não foi contabilizado.

8 CONCLUSÃO

No projeto PURA o *payback* econômico em 66 meses pode gerar dúvida quanto à sua atratividade, porém o *payback* ambiental em 9 meses é muito atrativo e seu cálculo obtido por meio da contabilidade ambiental, realça a importância dessa ferramenta para tomada de decisão na gestão empresarial, em que o passivo ambiental é uma questão de fundamental importância.

No projeto de aproveitamento de água de chuva, considerando apenas o aproveitamento de 525 m³ /ano do volume total aproveitável de 2643 m³ /ano, tanto o *payback* ambiental em 125 meses como o econômico em 94 meses tem pouca atratividade, porém, se forem utilizados os restantes 2118 m³ /ano, considerando os mesmos custos, o *payback* econômico passa para 57 meses e o ambiental passa para 25 meses, tornando o projeto mais atrativo, principalmente no aspecto ambiental.

9 PROPOSTA PARA CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

- Estudar onde podem ser usados os 2118m³ de água não contabilizados no aproveitamento de água de chuva.
- Estudar o reuso de águas cinzas, originárias de lavatórios e chuveiros.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (2007) – Associação Brasileira de Normas Técnicas.- NBR15527:2002- Água de chuva- **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**

Almeida,C.V.B;Borges,Jr.;Bonilla,S.H.;Giannetti,B.F.-Identifying improvements in water management of bus-washing stations in Brasil. **Resources, Conservation and Recycling**.54(2010)821-831.

Alves Filho,A.P. 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.

ANA - **Agencia Nacional de Águas, 2005** – Disponibilidade Hídrica do Brasil www.ana.gov.br consultado em 24/11/2013

Bixio, D; et al.; Wastewater Reuse Europe.**Desalination**.187(2006)89-101

Buranakarn, V. - Evaluation of recycling and reuse of building materials using emergy analysis method. **Tese de Doutorado, Universidade da Flórida, Gainesville, 1998**

Bonilla,S.H.;Guarnetti,R.L;Almeida,C.M.V.B.;Giannetti,B.F.Sustainability assessment of a giant bamboo plantation In Brasil: Exploring the influency of labour, time and space. **Journal of Cleaner Production**.31(2010)83-91.

Buenfill,A.A. - Emergy evaluation of water. **Tese de doutorado, Universidade da Florida, Gainesville, US; 2001.**

Carvalho,J.G.A. - **Avaliação de uma Construção utilizando a contabilidade ambiental em emergia-** Dissertação de mestrado. Universidade Paulista (UNIP),2010 pg.70.

Combes, P.J et, al. **Decade of Water Quality Research into Roof Collected Rainwater Supplies-** 1st National HYDROPOLIS Conference 2006- *Western Australia* . <http://urbanwatercyclesolutions.com/wp> consulta em 20/09/2013

Constanzi,R.N.;Gomes,B.M.;Shiki,A. **Análise econômica e funcional de racionalização do uso de água em uma edificação universitária.** III ENECS - Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis,2003. <https://www.google.com.br/#q=www.elecs2013.ufpr.br%2Fwp-content%2Fuploads%2Fanaais> Último acesso em 29/09/2013.

Demetrio, F.J.C. - Avaliação da sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em energia. **Tese de doutorado - Universidade Paulista** - São Paulo;2010.

FEMP- Federal Energy Management Program – Domestic Water Conservation Technologies- USA-2002).disponível em www.eren.doe.gov.femp/ consulta em 12 de Fevereiro de 2012.

Fendrich, R. Coleta, armazenamento, utilização e infiltração de águas pluviais na drenagem urbana. **Tese de doutorado**, Universidade do Paraná, Curitiba, 2002

Fendrich, R.,2009-**Detenção,distribuição e utilização de águas pluviais**,**Palestra XI Simpósio Nacional de Sistemas Prediais** - SISPREL UFPR-UTFPR site <http://www.ceses.ufpr.br.sispred/palestra/SXI> acessado em 15/02/2013.

Ferreira P. J. Estudo de tratamento de água a partir da síntese em energia - **Dissertação de mestrado apresentado à UNIP** - Universidade Paulista – São Paulo;2011.

Frimaio, G. - Aterro sanitário São João: Estudo dos indicadores ambientais em energia - **Dissertação de mestrado** - Universidade Paulista;2011.

GONCALVES, O. M. ; SILVA, G. S. DA ; TAMAKI, H. O. . **Programa de uso racional da água da USP (PURA):** implementação e resultados. Hydro (São Paulo), v. 1, p. 60-64, em <http://www.hydro.com.br/upload/documents/publication/2007>, consultado em 20/08/2013

INMET (2013)-Instituto Nacional de Meteorologia. **Weather information for São Paulo**. <http://worldweather.wmo.int/c01083.htm> acessado em 12 de Fevereiro/2013.

Marchettinni,N.;Ridolfi,R.;Rustici,M.- **An environmental analysis for comparing waste management options and strategies**. **Waste Management**,v.27(2006)562-571.

Marinho,M.;Gonçalves,M.S.;Kiperstok,A. Water conservation as a tool to support sustainable practices in a Brazilian public university. **Journal of Cleaner Production** 31(2013)1-9.

MELO, L.R.C. NETO, C.O.A. **Variação da qualidade da água de chuva em três pontos distintos da cidade de Natal-RN**. In:24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007b, Belo Horizonte. **Anais**

Mierzwa, J.C - O uso racional e o reuso como ferramenta para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria. **Tese de doutorado na Universidade São Paulo- São Paulo, 2002.**

Millenium Report in the International Year of Freshwater, 2003
<http://www.un.org/events/water/brochures.htm> acesso em 20 de março de 2013.

Ministério das Minas - **Plano Nacional de Eficiência Energética** - Versão 18/10/2010 disponível em (<http://www.mme.gov.br> consulta em 18 de setembro/2012),

Odum, H.T. **Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making**, John Wiley & Sons, New York; 1996.

OLIVEIRA, F. M. B. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no campus da Universidade Federal de Ouro Preto.** Ouro Preto, 2008. Dissertação de Mestrado (Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Ouro Preto, 2008. Disponível em: www.repositorio.ufop.br/handle/ Acesso em 20 de Outubro, de 2013.

Pan, W.; Garnston, H. **Building regulation in energy efficiency: Compliance in England Wales: Energy Policy.** 45(2012)594-605.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/> consulta em 20/03/2014

VIDA ÚTIL DO POLIETILENO. **De 50 a 100 anos para o polietileno alta densidade** (http://plasticpipe.org/municipalpipe/potable_water.html). (PPI Publications –TR-43-2003)

Pulselli, R.M.; Simoncini, E.; Pulselli, F.M.; Bastianoni, S. **Emery analysis of building manufacturing, maintenance and use: EM-building indices to evaluate housing sustainability.** 39(2007)620-628.

SABESP - **Manual de instruções para implantação, gestão e mudanças de hábitos no Programa de Redução em Consumo de Água (PURA), 2012.**

SABESP- **Equipamentos economizadores.** Disponível em: www.sabesp.com.br/calandra.redirect em 10/05/2014. Acesso em: 10/05/2014.

Silva, C.C. Estudo de Caso de Tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais - **Dissertação de Mestrado – Universidade Paulista - São Paulo; 2006.**

Silvia, G.S. Programa Permanente de Uso Racional da água em Campi Universitários: **O Programa de Uso Racional da Água na Universidade de São Paulo** – Dissertação de Mestrado em Engenharia - Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2004.

Statistic: **Graps & Maps - Water use** (http://www.unwater.org/statistics_res.html)
consulta em 25/01/2014

Villarreal, E.; Dixon, A. - Analysis of collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden. **Building and Environment**. 40 (2005), 1174-1184.

Velasquez, L.; Munguia, N.; Ojeda, M. Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. **Journal of Cleaner Production** 46(2013)83-88.,
<http://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production/> acesso em 25/03/201

APÊNDICE A – Consumo água potável 2012 e 2013 extrapolado (m³/ano) e cálculo da emergência da redução de consumo e da venda da sucata metálica.

1. Consumo de água potável

RGI /Medidor	Consumo Jan-Dez/2012 (m³)	Consumo Jan-Dez/2013 - extrapolado para 12 meses (m³)	Redução (m³/ano)
0429397984	1.345	789	556
0181641534	636	558	78
0181641704	495	342	153
Total	2.476	1.689	787

Redução total

31,80%

2. Cálculo da emergência no PURA

- Redução no consumo de água potável

$$787\text{m}^3 \times 1,68 \times 10^{13} \text{ sej/m}^3 \text{ (Ferreira,P. 2011,fl.54)}$$

- Redução do Tratamento de esgoto

$$787\text{m}^3 \times 9,48 \times 10^{11} \text{ sej/m}^3 \text{ (Silva,C.C. 2006,fl.89)}$$

-Venda de sucata

(56kg / 30anos) x R\$3,00/kg x 1US\$/R\$2,10 x 0,3 x 10¹³sej/US\$ (Emergy Money Ratio da Região Sudeste do Brasil em sej/US\$-Demetrio,F.C. 2010)

APÊNDICE B – Volumes e usos: efetivo e potencial de água de chuva

1.Cálculo do volume aproveitável de água de chuva de 2.643 m³/ano

$V = 2202 \text{ m}^2 \text{ de telhado} \times 1,5 \text{ m de chuva/ano} \times 0,8 \text{ (coef.de escoamento)} = 2.643 \text{ m}^3/\text{ano}$

2.Cálculo do volume de 525 m³/ano Irrigação de jardins/Horta

Para irrigar 1000 m^2 de área de jardim são necessários $16 \text{ m}^3/\text{mês}$ (Oliveira,F.M.B,2008) $\text{Volume} = 16 \text{ m}^3/\text{mês} \times 12 \text{ meses/ano} = 192 \text{ m}^3/\text{ano}$

-Lavagem de pátio:

-Volume = $1520 \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{m}^2 \times 2 \text{ vezes/semana} \times 52 \text{ semanas/ano} = 316 \text{ m}^3 / \text{ano}$ (Melo e Neto,1988)

-Lavagem de carro

Volume = $3 \text{ carros} \times 2 \text{ vezes/semana} \times 52 \text{ semanas/ano} \times 54 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{carro}$ (estimado) = $17 \text{ m}^3/\text{ano}$

3.Cálculo do volume disponível para outros potenciais usos:

$V = 2643 - 525 = 2118 \text{ m}^3/\text{ano}$

APÊNDICE C – Projeto do uso de água de chuva

1. Cálculo do concreto armado para o tanque de polietileno nº 1 de 10.000 litros

1.1. Aço para colunas do tanque de polietileno nº 1 de 10.000 litros

76m de ferro diâmetro 20mm x 1,578/m = 119kg

54m ferro diâmetro 6mm x 0,245kg/m = 13,20kg

Arame de ferro recozido = 1KG

Total = 133,20 kg

1.2 Volume de concreto

Laje 2,5 x 2,5 x 0,10m = 0,625m³

Vigas 4 x 0,15 x 0,15 x 2,5 = 0,225 m³

Colunas e brocas = 0,098 m³

Total = 0,923m³

2. Cálculo do concreto armado para tanque de Polietileno nº 2 de 10.000 litros

2.1 Armadura

Base : Tela de ferro Telcon Belgo CA60 Tipo 246 soldada 2,46 x 6m = 57,72 kg

Muro de arrimo : 6 ferros diâmetro 20mm x 2,5m x 1,578kg/m = 23,7kg

Arame recozido = 1 kg

2.2 Concreto

Base : 0,625 m³

Muro de arrimo: 0,75m³

Total 1,375 m³

3.Cálculo de materiais para 3 tanques de Polietileno de 2800 litros cada um

Chapa de aço espessura $\frac{1}{2}$ " de 2,44x 6m x 99,59 Kg/m² =1458 Kg

12 m de perfil "I" de ferro de 6" x 18,6 kg/m = 223,2 kg

91 Blocos estrutural de concreto 19 x 19 cm x 39 cm = 1,28 m³

4. Massa total de concreto

$3,6\text{m}^3 \times 2.400 \text{ kg/ m}^3 = 8.640 \text{ kg}$

APÊNDICE D – Mão de Obra do uso de água pluvial pela tabela SINDUSCON, 2013

Função	Salário R\$/mes	Dias de trabalho	Encargos	Total Implantação	Total Manutenção
Engenheiro				2.042,38	-
Encrregado	1.010,00	15	153,98%	1.282,60	-
pedreiro	1.010,00	15	153,98%	1.282,60	-
encanador	1.010,00	15	153,98%	1.282,60	-
ajudante	750,00	15	153,98%	952,40	-
Mecânico Manutenção.	1.453,00	(I)	153,98%	-	363,55/ano

(I) 55 horas trabalhadas no ano

APÊNDICE E – Peças e acessórios de polietileno e de PVC

1. Polietileno de alta densidade

3 tanques de 2800 litros = 3 x 55 kg/tanque = 165 Kg

2. Peças de PVC

Material	Quantidade	Peso (kg)
Calha de 3m	58	120,1
Emenda de calha	57	14,25
Esquadro	20	8,60
Joelho 60º	44	8,01
Joelho 90º	22	4,00
Bocais para adaptador	22	8,14
Condutores Diâmetro 88mm x 3m	22	48,40
Junção "Y" 60º diâmetro 88 mm	6	1,26
Junção de transição 100 x 150mm	35	12,25
Cabeceira de calha	16	1,28
Abraçadeira	66	1,98
Bucha plástica	168	0,26
Tubo de 150mm x 6 m	51	276,42
Tubo de 200m x 6m	20	280,00
Curva lona 90º	10	5,4
Total		790,15

3..Acessórios e equipamentos

Material	Quantidade	Peso
Suporte metálico com haste	116	19,72
Parafuso de aço para buchas	132	3,96
Anel de borracha	70	3,50
Registro soldável de PVC diâmetro 60mm	3	1,74
Bomba submersa de alumínio	1	6,0

APÊNDICE F – Preços de Componentes de PVC, acessórios e bomba submersa

Peças de PVC

Material	Preço/unid (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Calha de 3m	42,29	58	2,452,82
Emenda de calha	12,87	57	733,59
Esquadro	18,36	20	367,20
Joelho 60º	8,91	44	392,04
Joelho 90º	9,67	22	212,74
Bocais para adaptador	22,04	22	484,88
Condutores Diâmetro 88mm x 3m	44,24	22	973,28
Junção "Y" 60º diâmetro 88 mm	10,67	6	64,02
Junção de transição 100 x 150mm	41,84	35	1.464,40
Cabeceira de calha	5,61	16	89,76
Abraçadeira	4,07	66	268,62
Tubo de 150mm x 6 m	128,37	51	6.546,87
Tubo de 200m x 6m	236,50	20	4.730,00
Curva lona 90º x 150mm	60,90	10	609,00
Total			19.389,22

Acessórios e bomba submersa

Material	Preço/unid (R\$)	Quantidade	Peso
Suporte metálico com haste	14,42	116	1.672,72
Anel de borracha	0,60	70	42,00
Registro soldável de PVC diâmetro 60mm	34,79	3	104,37
Bomba submersa de alumínio	236,50	1	236,50
			2,055,59

APÊNDICE G – Projeto Água de chuva

Perda de material orgânico do solo : Considerado 3%

- Volume de escavação $= 0,4 \times 0,40 \times 50\text{m} = 8 \text{ m}^3$

$8 \text{ m}^3 \times 1,43 \times 10^6 \text{ g} / \text{m}^3 \times 5,4 \text{ kcal} / \text{g} \times 4186 \text{ J} / \text{kcal} = 7,76 \times 10^9 \text{ J}$

-Mão de obra para instalação

$429 \text{ hh} / (24\text{h}/\text{dia}) \times 10,47 \times 10^6 \text{ J} / \text{dia} = 1,87 \times 10^8 \text{ J}$

ANEXO A – Planilha 134 - Pontos hidrossanitários: Prédio Principal, SUGESP e Defesa Civil

[illegible]

44	Nº Form.:	138	RGI:	181641534	Nome:	SP - CS - CT / GCM / SAÚDE
45	Endereço:	RUA CASIANO DOS SANTOS			nº:	499

[illegible]

ANEXO C – Valores dos materiais e serviços - Contabilizados apenas Planilhas 134 e 138

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						134	135	138
2						428397984	428078845	181641524
3						CASSIANO DOS SANTOS, R. 663	LUÍLO VAREJÃO, R. 43	WALTER FERREIRA CORREIA, R. 63
4						ADMINISTRATIVO	ADMINISTRATIVO	ADMINISTRATIVO
5	Descrição	Unid.	Unitário	Quant	Total	SUBPREFEITURA CAPELA SOCORRO	SP-CS - BETER	SP-CS - CT/GCM/SAÚDE
6	CANTEIRO DE SERVIÇOS - IMPLANTAÇÃO	GB		-	-	0	0	0
7	CANTEIRO DE SERVIÇOS - MANUTENÇÃO	MES		-	-	0	0	0
8	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES - TIPO A	UN	981,81	3,00	2.945,43	1	1	0
9	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES - TIPO B	UN	1852,41	-	-	0	0	0
10	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES - TIPO C	UN	2.963,95	-	-	0	0	0
11	PESQUISA DE VAZAMENTO NO RAMAL DE ALIMENTAÇÃO E RESERVATÓRIOS E DERIVAÇÕES OU NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO PREDIAL	UN	452,57	4,00	1.810,28	1	1	1
12	TESTE DE ESTANQUEIDADE EM RESERVATÓRIOS ACIMA DE 5000 LITROS	UN	147,11	2,00	294,22	1	1	0
13	TESTE DE ESTANQUEIDADE EM RESERVATÓRIOS ATÉ 5000 LITROS	UN	112,33	5,00	561,65	0	0	3
14	PESQUISA DE VAZAMENTO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DO RESERVATÓRIO AOS PONTOS DE CONSUMO	UN	262,25	3,00	786,75	0	1	1
15	REPARO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO PVC COM REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO DO LEITO	UN	548,99	-	-	0	0	0
16	REPARO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO PVC SEM REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	UN	357,14	-	-	0	0	0
17	REPARO DE RAMAL DE ALIMENTAÇÃO PVC COM REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO DO PASSEIO	UN	479,11	-	-	0	0	0
18	REPARO REDE ÁGUA FF (DIAM.75 A 150MM) S/REPOSPAVIMENTO	UN	652,07	-	-	0	0	0
19	REPARO REDE ÁGUA FF (DIAM.75 A 150MM) C/REPOSPAVIMENTO DO PASSEIO	UN	727,40	-	-	0	0	0
20	REPARO REDE ÁGUA FF (DIAM.75 A 150MM) C/REPOS. PAVIMENTO DO LEITO	UN	780,61	-	-	0	0	0
21	ADIÇÃO OU TROCA DE REGISTRO DE GAVETA DN 1 1/2	UN	116,52	-	-	0	0	0
22	ADIÇÃO OU TROCA DE REGISTRO DE GAVETA DN 1	UN	78,39	-	-	0	0	0
23	TROCA DE TORNEIRA DE BOIA ATÉ 2 POL C/ FORNECIMENTO DE MATERIAL	UN	158,76	-	-	0	0	0
24	ADIÇÃO OU TROCA DE REGISTRO DE GAVETA DN 3/4	UN	73,27	-	-	0	0	0
25	ADIÇÃO DE VÁLVULA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO ANTI VANDALISMO PARA CHUVEIRO	UN	254,05	15,00	3.810,75	2	11	2
26	ADIÇÃO DE REGISTRO REGULADOR DE VAZÃO (RRV) PASSAGEM RETA EM DUCHAS E/OU TORNEIRAS DE LAVATÓRIO PAREDE	UN	48,15	-	-	0	0	0
27	TROCA DE VÁLVULA DE DESCARGA POR VÁLVULA QUE PERMITE A REGULAGEM PARA 6 LITROS POR DESCARGA	UN	156,80	10,00	1.568,00	0	0	5
28	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE ASSENTO EM BACIA SANITÁRIA	UN	44,30	44,00	1.975,60	15	15	9
29	TROCA DE BACIA SANITÁRIA POR BACIA SANITÁRIA DO TIPO VOLUME DE DESCARGA REDUZIDO (VDR)	UN	153,55	42,00	6.452,10	15	15	8
30	INSTALAÇÃO DE ACABAMENTO CONVENCIONAL EM VÁLVULAS DE DESCARGA	UN	74,52	-	-	0	0	0
31	INSTALAÇÃO DE ACABAMENTO ANTIVANDALISMO EM VÁLVULA DE DESCARGA	UN	148,85	40,00	5.954,00	17	10	8
32	TROCA DE CAIXA DE DESCARGA ELEVADA POR CAIXA DE DESCARGA ELEVADA REGULÁVEL	UN	47,88	6,00	287,28	0	5	1
33	TROCA DE BACIA SANITÁRIA COM CAIXA ACOPLADA POR BACIA COM CAIXA ACOPLADA E VOLUME DE DESCARGA REDUZIDO (VDR)	UN	210,61	3,00	631,83	2	1	0
34	REGULAGEM DE REPARO DE VÁLVULA DE DESCARGA UN	UN	6,82	-	-	0	0	0
35	TROCA DE REPARO DE VÁLVULA DE DESCARGA	UN	105,88	30,00	3.176,40	17	10	3
36	TROCA DE REGISTRO DE MICTÓRIO POR VÁLVULA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO PARA MICTÓRIO	UN	208,23	-	-	0	0	0
37	TROCA DE REGISTRO DE MICTÓRIO POR VÁLVULA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO ANTIVANDALISMO PARA MICTÓRIO	UN	216,18	4,00	1.107,12	2	1	0
38	ADIÇÃO DE RESTRITOR DE VAZÃO (6,8 OU 14 L/MIN) EM TORNEIRAS DE PAREDE OU MESA	UN	30,21	-	-	0	0	0
39	ADIÇÃO DE REGISTRO REGULADOR DE VAZÃO (RRV) EM TORNEIRAS DE MESA	UN	55,64	63,00	3.505,32	38	16	9
40	TROCA DE TORNEIRA DE COZINHA (MESA) COM MISTURADOR POR TORNEIRA DE COZINHA (MESA) COM MISTURADOR BICA MÓVEL ALTA COM AREJADOR R DE 6 LITROS/MINUTO	UN	401,61	-	-	0	0	0
41	TROCA DE TORNEIRA DE COZINHA (PAREDE) COM MISTURADOR POR TORNEIRA DE COZINHA (PAREDE) COM MISTURADOR BICA MÓVEL ALTA COM AREJADOR R DE 6 LITROS/MINUTO	UN	427,07	-	-	0	0	0
42	TROCA DE TORNEIRA DE COZINHA (MESA) POR TORNEIRA BICA MÓVEL COM AREJADOR R DE 6 LITROS/MINUTO	UN	189,31	7,00	1.325,17	4	3	0
43	TROCA DE TORNEIRA DE COZINHA (PAREDE) POR TORNEIRA BICA MÓVEL COM AREJADOR R DE 6 LITROS/MINUTO	UN	161,03	11,00	1.771,33	3	6	2

Página 1

Anexo C - Continuação - Contabilizados apenas os totais das planilhas 134 e 138

44	TROCA DE TORNEIRA DE LAVATÓRIO (MESA) POR TORNEIRA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO COM AREJADOR DE 6 LITROS/MINUTO	UN	245,24	66,00	16.185,84	35	16	9
45	ENCHIMENTO DE RASGOS EM ALVENARIA OU CONCRETO COM ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA E AREIA MÉDIA PARA TUBULAÇÃO DE 32 A 50 mm	M	2,07	4,00	8,28	0	0	2
46	TROCA DE TORNEIRA USO GERAL POR TORNEIRA DE ACIONAMENTO RESTRITO	UN	82,43	1,00	82,43	0	1	0
47	ASSENTAMENTO DE AZULEJO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA DE CIMENTO COLANTE - JUNTA PRUMO	M²	7,37	8,00	63,76	1	3	2
48	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE 15 A 25 mm	M	1,86	5,00	3,30	1	3	1
49	ENCHIMENTO DE RASGOS EM ALVENARIA OU CONCRETO COM ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA E AREIA MÉDIA PARA TUBULAÇÃO DE 15 A 25 mm	M	1,46	5,00	7,30	1	3	1
50	RASGO EM ALVENARIA PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE 32 A 50 mm	M	2,32	4,00	11,68	0	0	2
51	REJUNTAMENTO DE AZULEJO 15X15 COM CIMENTO BRANCO	M²	3,06	8,00	24,48	1	3	2
52	TROCA DE TORNEIRA DE LAVATÓRIO (MESA) POR TORNEIRA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO COM AREJADOR DE 6 LITROS/MINUTO E PORÇA ANTI VANDALISMO	UN	276,39	-	-	0	0	0
53	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO DE AZULEJO	M²	14,07	8,00	112,56	1	3	2
54	TROCA DE TORNEIRA DE LAVATÓRIO (MESA) COM MISTURADOR POR TORNEIRA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO COM MISTURADOR COM AREJADOR DE 6 LITROS/MINUTO	UN	286,42	-	-	0	0	0
55	TROCA DE TORNEIRA DE LAVATÓRIO (PAREDE) POR TORNEIRA DE LAVATÓRIO (PAREDE) FECHAMENTO AUTOMÁTICO COM AREJADOR DE 6 LITROS/MINUTO	UN	138,10	2,00	396,20	0	2	0
56	FORNECIMENTO DE AZULEJO 15X15 BRANCO	M²	26,84	8,00	214,72	1	3	2
57	TROCA DE TORNEIRA DE LAVATÓRIO POR TORNEIRA DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO ANTI VANDALISMO	UN	363,24	-	-	0	0	0
58	PINTURA LATEX ACRÍLICO 2 DEMÃO SEM MASSA CORRIDA	M²	7,38	-	-	0	0	0
59	INSTALAÇÃO DE FIXADOR ANTI VANDALISMO EM TORNEIRA DE MESA	UN	10,13	63,00	703,11	38	16	9
60	LIMPEZA DE SUPERFÍCIE REVESTIDA COM MATERIAL CERÂMICO	M²	2,70	8,00	21,60	1	3	2
61	ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA EM PEAD 32 mm - COM REPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	M	50,05	-	-	0	0	0
62	SONDAGEM DE REDES E PEÇAS LOCALIZADAS (CAVAS) COM REPOSIÇÃO LEITO	UN	343,00	-	-	0	0	0
63	SONDAGEM EM REDES E PEÇAS LOCALIZADAS (CAVAS) COM REPOSIÇÃO PASSEIO CIMENTADO	UN	285,78	-	-	0	0	0
64	SONDAGEM DE REDES E PEÇAS LOCALIZADAS (CAVAS) COM REPOSIÇÃO LEITO SEM PAVIMENTAÇÃO	UN	241,88	-	-	0	0	0
65	ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA EM PEAD 32 mm - SEM REPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	M	22,72	-	-	0	0	0
66	SONDAGEM DE REDES E PEÇAS LOCALIZADAS (CAVAS) COM REPOSIÇÃO PASSEIO ESPECIAL	UN	343,67	-	-	0	0	0
67	ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA EM PVC DE 50 A 100 mm - SEM REPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	M	66,03	-	-	0	0	0
68	CONSTRUÇÃO DE CAIXA EM ALVENARIA TIPOLOS/BLOCO DE CONCRETO - VOLUME ATÉ 5 M³	M³	1582,53	-	-	0	0	0
69	LRP - PASSEIO CIMENTADO - ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA DN 50 A 150 mm M	M	33,33	-	-	0	0	0
70	CONCRETO ARMADO PARA CONSTRUÇÃO DE PEÇAS	M³	1518,79	-	-	0	0	0
71	LRP - PASSEIO ESPECIAL - ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA DN 50 A 150 mm	M	65,37	-	-	0	0	0
72	PRESERVAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS - SERVIÇOS DE ÁGUA	UN	102,36	-	-	0	0	0
73	LRP - LEITO - ASSENTAMENTO DE REDE DE ÁGUA DN 50 A 150 mm (C)	M	53,25	-	-	0	0	0
74	INTERLIGAÇÃO EM REDE EXISTENTE DE PVC / PP / PC / DE 50 A 100 mm QUALQUER PROF. SEM REPOSIÇÃO (SFMH)	UN	385,80	-	-	0	0	0
75	04060015 LRP - PASSEIO CIMENTADO - INTERLIGAÇÃO DE REDE DE ÁGUA EXISTENTE DE 50 A 100 mm	UN	123,62	-	-	0	0	0
76	LRP - PASSEIO ESPECIAL - INTERLIGAÇÃO DE REDE DE ÁGUA EXISTENTE DE 50 A 100 mm	UN	271,12	-	-	0	0	0
77	LRP - LEITO - INTERLIGAÇÃO DE REDE DE ÁGUA EXISTENTE UN	UN	215,63	-	-	0	0	0
78	EXECUÇÃO DE PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	UN	2.831,00	4,00	11.564,00	1	1	1
80								
81						37.318,16	32.705,73	23.336,00
82								

ANEXO D – Símbolos dos sistemas de energia para diagrama (Odum,1996)

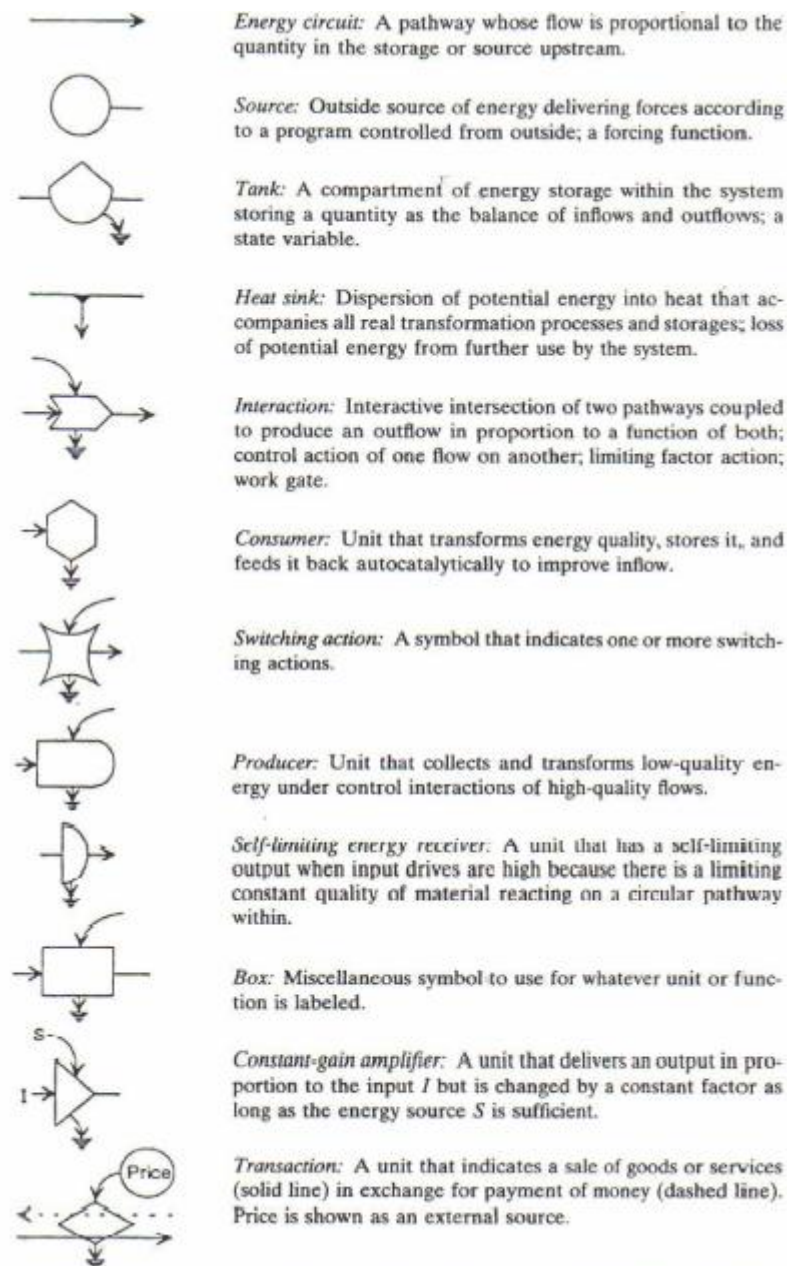


Figure 1.2. Symbols of the energy systems language (H. T. Odum, 1971a,b, 1983b).

ANEXO E – Tarifa de energia elétrica Eletropaulo usada no projeto aproveitamento de água de chuva

Os valores abaixo se referem às tarifas homologadas pela ANEEL, expressas na unidade R\$/kWh (reais por quilowatt-hora) e não contemplam tributos e outros elementos que fazem parte de sua conta de luz, tais como: ICMS, Taxa de Iluminação Pública e Encargo de Capacidade Emergencial, cuja cobrança foi encerrada em 22 de dezembro de 2005. Para as tarifas homologadas a partir de 1º de Julho de 2005, os valores relativos à cobrança dos tributos PIS/PASEP e COFINS passaram a ser considerados também em destaque na conta de luz.

Empresa: ELETROPAULO - Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Vigência da Tarifa de 04/07/2012 a 03/07/2013

Resolução Homologatória N° 1319 Publicada em 04/07/2012

Variação percentual em relação ao período anterior: -1,45%



Descrição	R\$/kWh*
B1 - Residencial	0,29114
B1 - Residencial Baixa Renda	
Consumo mensal inferior ou igual a 30 kWh	0,09712
Consumo mensal superior a 30 kWh e inferior ou igual a 100 kWh	0,16649
Consumo mensal superior a 100 kWh e inferior ou igual a 220 kWh	0,24973
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,27748

* Os valores constantes da Resolução Homologatória referida são expressos em R\$/MWh. □

Empresa: ELETROPAULO - Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A

Vigência da Tarifa de 04/07/2011 a 03/07/2012

Resolução Homologatória N° 1174 Publicada em 04/07/2011

Variação percentual em relação ao período anterior: 0,00%

Descrição	R\$/kWh*
B1 - Residencial	0,29651
B1 - Residencial Baixa Renda	
Consumo mensal inferior ou igual a 30 kWh	0,09604
Consumo mensal superior a 30 kWh e inferior ou igual a 100 kWh	0,16466
Consumo mensal superior a 100 kWh e inferior ou igual a 220 kWh	0,24696
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,27443

* Os valores constantes da Resolução Homologatória referida são expressos em R\$/MWh.