



Parques Urbanos Municipais de São Paulo: Contabilidade Ambiental em Emergia

M. V. Mariano ^a, C. M. V. B. Almeida ^b, A. P. Z. Santos ^c

a. Universidade Paulista, São Paulo, mirtesmariano@uol.com.br

b. Universidade Paulista, São Paulo, cmvbag@unip.br

c. Universidade Paulista, São Paulo, a_paulasantos@terra.com.br

Resumo

O município de São Paulo vem investindo na implantação de áreas verdes para melhoria da qualidade de vida da população. Neste sentido, a Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do município de São Paulo vem ampliando a cobertura vegetal por meio de um programa de arborização e da criação de novos parques urbanos. A implantação dos parques lineares ao longo de cursos de rios e córregos também faz parte dessa diretriz. Este artigo utiliza a contabilidade ambiental em emergia para avaliar dois parques na Zona Leste de São Paulo: o Parque Linear Tiquatira e o Parque Vila Silvia. São contabilizados os fluxos de energia e materiais na manutenção e uso em cada um dos parques. A emergia total do Parque Linear Tiquatira é de $1,52 \times 10^{17}$ seJ/m², sendo 57% referente aos recursos naturais renováveis e 43% dos provenientes da economia. A emergia total do Parque Urbano Vila Silvia é de $1,68 \times 10^{16}$ seJ/m², sendo 9% de recursos naturais renováveis e 91% dos recursos da economia.

Palavras-chave: Emergia, contabilidade ambiental, sustentabilidade ambiental, parques.

1 Introdução

O município de São Paulo possui uma extensão territorial de 1509 quilômetros quadrados com uma população de aproximadamente de 11 milhões de habitantes (Fundação Seade/SMDU/Dipro, 2009). Uma população com esta dimensão exige grandes áreas destinadas a moradias, desenvolvimento da agricultura e pecuária, recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias, contribuindo assim cada vez mais para o desmatamento ou utilização imprópria das áreas verdes.

Estudos desenvolvidos pela Prefeitura Municipal de São Paulo mostram que apenas 16,36% do município são ocupados por áreas verdes, sendo 10,24% na zona urbana e 6,12% na zona rural (Silva, 1993). Tais dados evidenciam a carência de áreas verdes no município, o que gera uma diminuição da biodiversidade no território e influenciando negativamente na qualidade de vida da população.

Com a intenção de solucionar o problema, a Prefeitura Municipal de São Paulo, por meio da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, lançou em 2008 o programa “100 parques” incluindo no programa a implantação de parques lineares, que funcionam como drenos de água, minimizando enchentes, além de também cumprirem a parte social.

Antigamente a noção de “parque” era associada a de uma área extensa, cercada com elementos naturais. Hoje, apresenta-se como um produto direto de uma nova função: o lazer: atividades esportivas e recreativas viabilizadas para todas as classes sociais, com a implantação de quadras poliesportivas, pistas de *cooper*, equipamentos de ginástica em áreas verdes públicas.

Kliass (1993), ao definir parque urbano em São Paulo, reforça a função de lazer e afirma que os parques urbanos responderam às demandas de equipamentos para as atividades de recreação e lazer, mas são, ao mesmo tempo, espaços amenizadores das estruturas urbanas, compensadores das massas edificadas.

A existência e manutenção de um parque dependem da disponibilidade de fluxos de produtos e serviços (Huang et al, 2009). Para a conservação de um parque existe um fluxo constante de energia, quer seja na forma de recursos naturais, como também em materiais, pessoas e energia.

A contabilidade em energia da utilização de áreas naturais já foi explorada por diversos pesquisadores. Tilley e Swank (2003) avaliaram o equilíbrio entre a natureza e a humanidade de um projeto para a gestão do ecossistema de uma floresta temperada em Appalachian Mountains. Os autores avaliaram a importância da radiação solar para o desempenho do sistema e sua contribuição para a criação e manutenção do fluxo de produtos florestais, mantendo benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Tilley e Swank (2003) mostraram como a síntese em energia pode ser utilizada para avaliar o equilíbrio econômico-ecológico do investimento humano no sistema natural.

Higgins (2003) discriminou três subsistemas operando nas regiões de *Oak Openings* no noroeste de *Ohio*: o ambiental, o econômico e o cultural. O autor avaliou as dinâmicas de interação entre o meio ambiente, a economia e a cultura na região e levantou questões sobre a viabilidade desta interação em longo prazo.

Qin et al (2000) estudaram os pântanos de mangue em *Mai Po*, a maior e mais importante zona úmida de *Hong Kong*, formada por mangues e lagos. Além de sua paisagem, a área atrai uma grande quantidade de aves e serve como criadouro de peixes, camarões e caranguejos. Os pântanos são utilizados para fornecer educação ambiental aos visitantes e por cientistas que fazem pesquisas multidisciplinares em toda a sua área. Este estudo feito por meio da avaliação em energia avalia a integração entre a ecologia e a economia dos pântanos e mostra que uma das principais riquezas do ecossistema está relacionada com a educação ambiental oferecida aos visitantes.

O presente artigo tem como objetivo quantificar o investimento da sociedade e da natureza na operação de dois parques na cidade de São Paulo: o parque linear Tiquatira com trezentos e vinte mil metros quadrados, e o parque Vila Silvia, com apenas quatro mil e quatrocentos metros quadrados, ambos situados na Zona Leste da cidade de São Paulo.

2 Metodologia

A *eMergia* é a energia disponível de um determinado tipo, previamente requerida, direta ou indiretamente, para obter um bem ou um serviço (Odum, 1996). As contribuições de energia para gerar um produto ou serviço são expressas em uma base comum (equivalente solar em Joule, seJ) permitindo sua contabilização. A transformidade ou energia por unidade, fornece uma medida da concentração de energia e pode ser considerada como um indicador de qualidade por meio da razão entre energia e energia, sendo sua unidade é seJ/J (Giannetti et al, 2006). Quanto

maior o valor da transformidade, maior foi o trabalho para obter o produto e, portanto, maior a sua qualidade (Odum, 1996).

O comportamento do sistema e a sua interação com o meio ambiente é avaliado através dos fluxos renováveis (R), não-renováveis (N) e provenientes da economia (F) empregados no sistema. O valor do *emdollar* (Em\$), que se obtém dividindo-se o valor de energia pela relação energia dólar de uma economia anual, e pode ser empregado para estimar o valor de energia gasto no suporte da atividade econômica humana (Odum, 2006).

A primeira parte do trabalho consiste na construção de um diagrama de fluxos que compõem o sistema estudado, sejam eles fluxos de recursos naturais renováveis (R) e de recursos provenientes da economia (F). O diagrama apresenta também as interações do processo e suas saídas.

A segunda parte consiste na construção de tabelas contendo os recursos renováveis e os provenientes da economia com seus respectivos valores em energia e transformidades e *emdollar*. Por fim a discussão dos resultados obtidos.

3 Resultados e discussão

A figura 1 mostra a vista aérea dos dois parques em estudo, ambos localizados na zona leste do município. O Parque Tiquatira é um parque linear com 3 km de extensão e área de 320.000 m², implantado ao longo do córrego Tiquatira é utilizado pela população da região.



Fig. 1. Vista aérea dos parques Linear Tiquatira e Vila Sílvia (A).

Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wI&q=parque%20linear%20Tiquatira>

Entre os equipamentos oferecidos no Parque linear Tiquatira estão pista de *cooper* e caminhada, quiosques com mesas e bancos, sanitários, bebedouros, pistas de skate, quadras, campo de futebol, áreas de convivência, anfiteatro aberto e bosques.

O Parque Vila Sílvia, em detalhe na figura 2, conta atualmente com 4.400 m² com uma sede administrativa, quadra poliesportiva, paraciclos, playground, área de convivência, vestiários com chuveiro e banheiros, edificação com cobertura para atividades sócio-ambientais, sanitários, bancos, bebedouro. Há previsão de

implantação de 50.559 m² de área verde para atender à população de um conjunto habitacional e que será monitorada pela associação de moradores. Sua localização o torna um grande mirante que possibilita visualizar extensa parte da várzea do Rio Tietê (Parque Ecológico Tietê).



Fig. 2. Parque Urbano Vila Silvia. Área implantada em verde e área em implantação em amarelo.

Fonte: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl&q=parque%20linear%20Vsilvia>

O diagrama de energia do sistema (figura 3) mostra os fluxos de recursos naturais renováveis (R) que são a chuva, o vento e o Sol. Para a operação de cada um dos parques estudados são necessários recursos da economia (F), tais como materiais (plástico, produtos químicos e algodão) e mão de obra. Além disso, os parques recebem um fluxo de visitantes, os quais levam a experiência na saída do sistema. O diagrama dos parques municipais mostra a produção de biomassa da área verde, os estoques de biomassa e de espécies (animais e vegetais). São apresentadas também, as infraestruturas (pista de Cooper, brinquedos, equipamentos para ginástica, etc.) que estão presentes nos parques. A direita do diagrama são ilustradas as saídas do sistema em estudo: recreação, educação e estética.

As tabelas 1 e 3 mostram os fluxos renováveis e os fluxos provenientes da economia utilizados na operação de cada um dos parques em estudo (Parque Tiquatira e Parque Vila Silvia). Os fluxos não renováveis não foram contabilizados neste estudo. As tabelas 2 e 4 mostram os custos em dólar por metro quadrado e os custos em *emdollar* por metro quadrado dos recursos renováveis (R) e dos recursos da economia (F).

Os resultados da tabela 1 mostram que os recursos renováveis e os recursos econômicos representam 57% e 43% respectivamente, do total dos recursos necessários para a operação do parque Linear Tiquatira. Neste parque, a mão de obra representa 39% da energia total (R + F) com 19 funcionários. Este percentual é menor que o da contribuição dos recursos renováveis (57%).

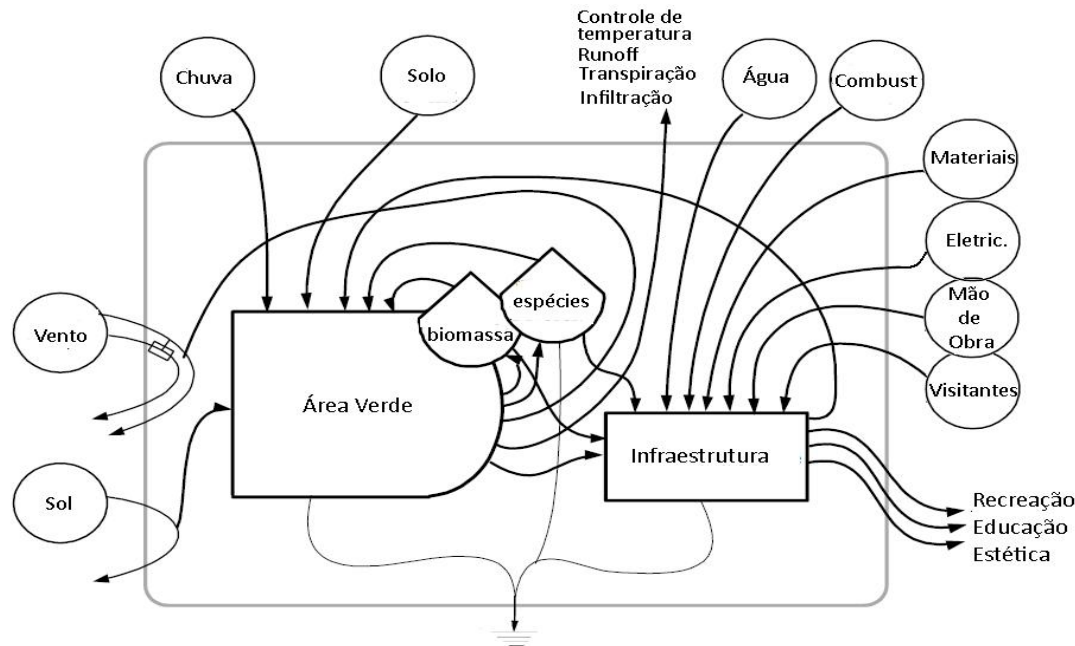


Fig.3. Diagrama dos fluxos de energia dos parques em avaliação.

Tabela 1. Contabilidade em energia dos recursos renováveis e dos recursos da economia para operação do parque linear Tiquatira.

Operação_Parque Linear Tiquatira						
	Unidade	Energia (un/ano)	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ)	% total de energia	Referências
Renováveis (R)						
Irradiação solar*	J	1,30x10 ¹⁵	1	1,30x10 ¹⁵	1%	Odum, 1996.
Vento*	J	2,10x10 ¹²	2,45x10 ³	5,15x10 ¹⁵	3%	Odum, 1996.
Chuva (química)	J	2,75x10 ¹²	3,05x10 ⁴	8,39x10 ¹⁶	55%	Odum, 1996.
Chuva (geopotencial)	J	4,91x10 ¹⁰	4,70x10 ⁴	2,31x10 ¹⁵	2%	Odum, 1996.
Total dos Recursos Renováveis(R)				8,62x10¹⁶	57%	
Provenientes da economia (F)						
Plástico	kg	752,53	5,75x10 ⁹	4,33x10 ¹²	<1%	Brown e Buranakarn, 2003
Produtos Químicos	kg	595,13	6,38x10 ⁸	3,80x10 ¹¹	<1%	Odum, 1996.
Algodão	kg	1,56	8,60x10 ⁵	1,34x10 ⁶	<1%	Odum, 1996.
Papel	kg	157,51	2,38x10 ⁹	3,75x10 ¹¹	<1%	Meillaud et al, 2005
Aço (equipamentos)	kg	1.461.371,99	4,15x10 ⁹	6,06x10 ¹⁵	4%	Buranakarn, 2003
Mão de obra	J	1,38x10 ¹⁰	4,30x10 ⁶	5,93x10 ¹⁶	39%	Coelho et al, 2002
Total dos Recursos Provenientes da Economia (F)				6,54x10¹⁶	43%	
Total (R+F)				1,52x10¹⁷	100%	

*os fluxos provem de uma mesma fonte e não foram contabilizados para que não ocorra dupla contagem.

A tabela 2 mostra as diferenças relacionadas aos custos em dólar e em *emdollar* por metro quadrado do parque Linear Tiquatira. Os custos dos recursos renováveis na operação não são considerados pela economia tradicional. Entretanto, fica evidente que estes custos tanto em energia como em Em\$/m² são semelhantes.

Desta forma, pode-se inferir que o custo de operação do parque Tiquatira para a biosfera é aproximadamente o dobro daquele considerado pela economia.

Tabela 2. Custo em energia e em *emdollar* do Parque Linear Tiquatira. O custo em US\$/m² foi retirado do relatório "Serviços de Conservação de Parques Municipais – Listagem de insumos do grupo Tiquatira" (maio de 2009).

Operação Parque Linear Tiquatira			
	Custo de Operação U\$/m ²	Custo em Energia (seJ/m ²)	Custo de Operação em Em\$/m ²
Renováveis (R)	0	2,69x10 ¹¹	1,42x10 ⁻¹
Provenientes da economia (F)	2,53	2,04x10 ¹¹	1,08x10 ⁻¹

Os resultados da tabela 3 mostram que os recursos renováveis e os recursos provenientes da economia representam 9% e 91% respectivamente, do total dos recursos necessários para a conservação do parque Vila Silvia. A mão de obra representa 89% da energia total dos recursos (R + F) do Parque Vila Silvia com 3 funcionários. Estes resultados indicam que, na fase de implantação, o parque ainda depende mais dos recursos fornecidos pela sociedade do que daqueles fornecidos pela biosfera.

Tabela 3. Contabilidade em energia dos recursos renováveis e dos recursos da economia para operação do parque Vila Silvia.

Operação Parque Vila Silvia						
	Unidade	Energia (un/ano)	Transformidade (seJ/unidade)	Energia (seJ)	% total de energia	Referências
Renováveis (R)						
Irradiação solar*	J	1,79x10 ¹³	1	1,79x10 ¹³	<1%	Odum, 1996.
Vento*	J	2,88x10 ¹⁰	2,45x10 ³	7,06x10 ¹³	<1%	Odum, 1996.
Chuva (química)	J	3,78x10 ¹⁰	3,05x10 ⁴	1,15x10 ¹⁵	7%	Odum, 1996.
Chuva (geopotencial)	J	6,75x10 ⁹	4,70x10 ⁴	3,17x10 ¹⁴	2%	Odum, 1996.
Total dos Recursos Renováveis (R)				1,47x10¹⁵	9%	
Provenientes da economia (F)						
Plástico	kg	47,15	5,75x10 ⁹	2,71x10 ¹¹	<1%	Brown e Buranakarn, 2003
Produtos Químicos	kg	271,01	6,38x10 ⁸	1,73x10 ¹¹	<1%	Odum, 1996.
Algodão	kg	3,03	8,60x10 ⁵	2,61x10 ⁶	<1%	Odum, 1996. Meillaud et al, 2005
Papel	kg	43,44	2,38x10 ⁹	1,03x10 ¹¹	<1%	
Aço (equipamentos)	kg	80.873,99	4,15x10 ⁹	3,36x10 ¹⁴	2%	Brown e Buranakarn, 2003
Mão de obra	J	3,48x10 ⁹	4,30x10 ⁶	1,50x10 ¹⁶	89%	Coelho et al, 2002
Total dos Recursos Provenientes da Economia (F)				1,53x10¹⁶	91%	
Total (R+F)				1,68x10¹⁶	100%	

*os fluxos provem de uma mesma fonte e não foram contabilizados para que não ocorra dupla contagem.

A tabela 4 mostra as diferenças relacionadas aos custos em dólar e em *emdollar* por metro quadrado do Parque Urbano Vila Silvia. Observa-se que os custos dos

recursos renováveis não são considerados na operação pela economia tradicional. Entretanto, os recursos provenientes da economia tanto em energia como em Em\$/m² são aproximadamente 10 vezes maiores do que os recursos renováveis.

Tabela 4. Custo em energia e em *emdollar* do parque Vila Silvia. O custo em US\$/m² foi retirado do relatório "Serviços de Conservação de Parques Municipais – Listagem de insumos do grupo Tiquatira (maio de 2009).

Operação Parque Vila Silvia			
	Custo de Operação U\$/m ²	Custo em Energia (seJ/m ²)	Custo de Operação em Em\$/m ²
Renováveis (R)	0	3,34x10 ¹¹	1,77x10 ⁻¹
Provenientes da economia (F)	71,41	3,48x10 ¹²	1,84

No parque Linear Tiquatira o valor do custo em energia por metro quadrado dos recursos renováveis e recursos provenientes da economia são semelhantes. Para o parque Vila Silvia o valor do custo em energia por metro quadrado dos recursos provenientes da economia são consideravelmente maiores que os recursos renováveis. A diferença na distribuição de custos entre os dois parques pode ser explicada pela quantidade de área verde que cada um mantém, já que a área verde do Parque Vila Silvia, prevista para ocupar aproximadamente 50.000m² ainda não foi implantada.

Uma vez implantada a área verde para o Parque Vila Silvia, pode-se estimar a contribuição dos recursos renováveis para $1,83 \times 10^{16}$ sej/ano, que resultaria em um balanço entre as entradas de recursos renováveis e econômicos (R/F) de 1,2 : 1, semelhante àquele encontrado para o parque já totalmente implantado Tiquatira que apresenta uma relação de R/F de 1,3 : 1, o que mostra que a área prevista para implantação de áreas verdes no Parque Vila Silvia o torna, equivalente (em termos de custos para a biosfera) ao Parque Linear Tiquatira.

4 Conclusões

A contabilidade ambiental em energia foi utilizada neste estudo para comparação de dois parques: Parque Linear Tiquatira (já implantado) e Parque Urbano da Vila Silvia (em implantação). A avaliação mostrou que o uso dos recursos naturais renováveis e os provenientes da economia são semelhantes em um parque já implantado. Já na fase de implantação, o parque Vila Silvia depende fortemente dos recursos provenientes da economia. Estes resultados mostram que, independentemente de sua conformação (linear ou urbano), a relação entre os R e F se mantém para os dois parques e depende somente da relação área verde/área de lazer. Entretanto, será necessária uma amostragem maior para convalidar estas conclusões.

5 Referências

- Brown, M. T., Buranakarn, V., 2003. Emery indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources Conservation and Recycling*. 38, 01-22.
- Coelho, O, Ortega, E., Comar, V. Balanço de energia do Brasil, 2002. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf>. Acesso em outubro/2010.

Giannetti, B.F., Almeida, C.M.V.B., Bonilla, S.H., 2010. "Comparing emergy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur". *Energy Policy*. 38, 3518-3526.

Higgins J. B., 2003. Emergy analysis of the Oak Openings region. *Ecological Engineering*. 21, 75-109.

Huang,S.-L., Chen,C.-W., 2009. "Urbanization and Socioeconomic Metabolism in Taipei", *Journal of Industrial Ecology*. 13, 75-93.

Kliass, R. G., 1993. *Parques Urbanos de São Paulo*. Editora Pini.

Meillaud, F., Gay, J. B., Brown, M. T., 2005. Evaluation of a building using the emergy method. *Solar Energy*. 79, 204-212.

Odum, H. T. , 1996. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*. New York: John Willey & Sons, INC.

Qin P., Wong Y.S., Tam N.F.Y., 2000. Emergy evaluation of Mai Po mangrove marshes. *Ecological Engineering*.16, 271-280.

Silva, L. O., 1993. Subsídios para Formulação de uma política para Áreas Verdes no Município de São Paulo. *A Questão Ambiental Urbana: Cidade de São Paulo*. São Paulo, p 425-449.

SUNDATA, 2010, Disponível em: www.cresesb.cepel.br. Acesso em Junho/2010.

Tilley D. R.; Swank W. T., 2003. Emergy – based environmental systems assessment of a multi-purpose temperate mixed-forest watershed of the southern Appalachian Mounstains, Usa. *Journal of Environmental Management*. 69, 213-227.

http://sahel.ees.ufl.edu/frame_database_resources_test.php?search_type=basic&country=BRA . Acesso em 21/03/2011.

http://www9.prefeitura.sp.gov.br/sitesvma/100_parques/. Acesso em 08/04/2010.

<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&tab=wl&q=parque%20linear%20Tiquatira>. Acesso em 10/03/2011.

<http://sempla.prefeitura.sp.gov.br/infogeral.php>. Acesso em 05/04/2010.