Estudo Comparativo entre a Sustentabilidade e o Índice de Desenvolvimento Humano

F. J. C. Demetrio[a], B. F. Giannetti[b], C. M. V. B. Almeida[b]

a Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, doutorando em Engenharia de Produção e professor da Universidade Estadual do Maranhão,
fernando@elo.com.br

b Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, Profs. Drs. dos cursos de mestrado e doutorado em Engenharia de Produção

Resumo

Neste trabalho é apresentado o estudo econômico e ambiental da cidade de São Luís. Utilizou-se a contabilidade em emergia para calcular o ESI. Desenvolveu-se também estudo acerca do IDH e relacionou-se mediante método comparativo com outras cidades que já foram estudadas. Encontrou-se como resultados que a cidade de São Luís possui um médio ESI, igual a 2,9. Muito melhor que das outras cidades em estudo que possuem um alto IDH, gerando assim uma contradição entre o modelo de desenvolvimento adotados pelas cidades..

Palavras-Chave: Emergia, índice desenvolvimento humano, sustentabilidade urbana, diagrama ternário.

1 Introdução

O atual modelo de crescimento econômico gerou enormes desequilíbrios; se, por um lado, pode-se usufruir da tecnologia e das facilidades da vida moderna, por outro lado, a degradação ambiental e a poluição aumentam dia-a-dia. Diante desta constatação, procura-se sempre um modelo que direcione o Desenvolvimento Sustentável (DS), buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. A frase descrita pelos autores da Agenda 21, "A humanidade de hoje tem a habilidade de desenvolver-se de uma forma sustentável, entretanto é preciso garantir as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em encontrar suas próprias necessidades". Pode-se resumir em poucas e simples palavras: desenvolver em harmonia com as limitações ecológicas do planeta, sem destruir o ambiente, para que as gerações futuras tenham a chance de existir e viver bem, de acordo com as suas necessidades.

O modelo de desenvolvimento das cidades em todo o mundo está fisicamente conectado ao uso de energia e recursos provenientes da natureza. Pode-se utilizar uma avaliação monetária dos serviços ambientais e o capital natural para demonstrar seu valor econômico, mas é insuficiente para mensurar o valor intrínseco de apoio a vida, proporcionado pelo meio ambiente. Estima-se que 50% da água fresca dos rios e lagos são usados pela sociedade e que a taxa de extinção obteve um aumento de 100 para 1000 vezes mais que a média estimada pelo tempo geológico (Lomas et al, 2008). Esses sintomas são reflexos da resposta do

meio ambiente em detrimento o consumo desenfreado dos recursos ambientais. Pode-se determinar o real valor dos recursos e serviços da natureza para mensurar de forma eficiente as trocas e uso dos recursos ambientais. Proporcionaria um novo padrão de riquezas que levaria as cidades a um novo modelo de desenvolvimento econômico.

A avaliação de sistemas regionais é complicada devido a necessidade de estimar a rede de interações que ocorrem entre o ser humano e o sistema ambiental que o suporta (Campbell, 1998). Faz-se necessário uma alternativa de integrar uma aproximação para entender os sistemas humanos e naturais com suas interfaces econômicas e ambientais (Campbell, 1998). A alternativa para análise de sistemas utilizada neste trabalho foi proposta por H. T. Odum (1983, 1994) que integra ecologia e economia no contexto da termodinâmica e teoria geral dos sistemas. Uma avaliação biofísica da Espanha foi realizada utilizando a metodologia proposta por H. T. Odum pelo método da síntese em emergia, neste estudo a Espanha foi considerada um sistema sócio-ecológico (Lomas et al, 2008). Continuamente, uma comparação ambiental foi conduzida para os sistemas urbanos de Beijing, Shangai e Guangzhou, três típicas e representativas mega cidades da China (Zhang et al, 2008). A sustentabilidade econômica e ambiental de Macao foi avaliada usando contabilidade em emergia com dados da cidade em 2004 e comparado os resultados com os a contabilidade em emergia de Taipei (2002), Zhongshan (2000), Miami (1990) e San Juan (1992) (Lei et al, 2007).

Neste trabalho realizou-se uma contabilidade em emergia da cidade de São Luís. Utilizou-se o Indicador de Sustentabilidade (ESI), calculado por meio de dados econômicos e ambientais convertidos em uma única métrica (BROWN E ULGIATI, 1997). Representou-se graficamente o indicador, por meio do diagrama ternário (GIANETTI et al, 2005), comparou-se com os dados calculados de outras cidades já estudas; e por fim relacionou-se com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), com o objetivo de avaliar o curso da sustentabilidade de um sistema urbano em detrimento ao modelo de desenvolvimento utilizado e proposto.

2 Metodologia

Calcula-se o indicador de sustentabilidade e utiliza-se o diagrama ternário para representar e avaliar o grau de sustentabilidade da cidade. Necessita-se dos percentuais dos recursos locais e gratuitos renováveis (R), recursos não-renováveis (N), e recursos oriundos da economia (F). Para determinar os percentuais, coleta-se os dados econômicos, geográficos e ambientais da cidade de São Luís elabora-se em seguida o diagrama de fluxo de energia (ODUM, 1970), conforme apresentado na figura 1, e converte-se os dados iniciais econômicos e ambientais em emergia através da planilha de avaliação para sistemas urbanos (BROWN, 2004).

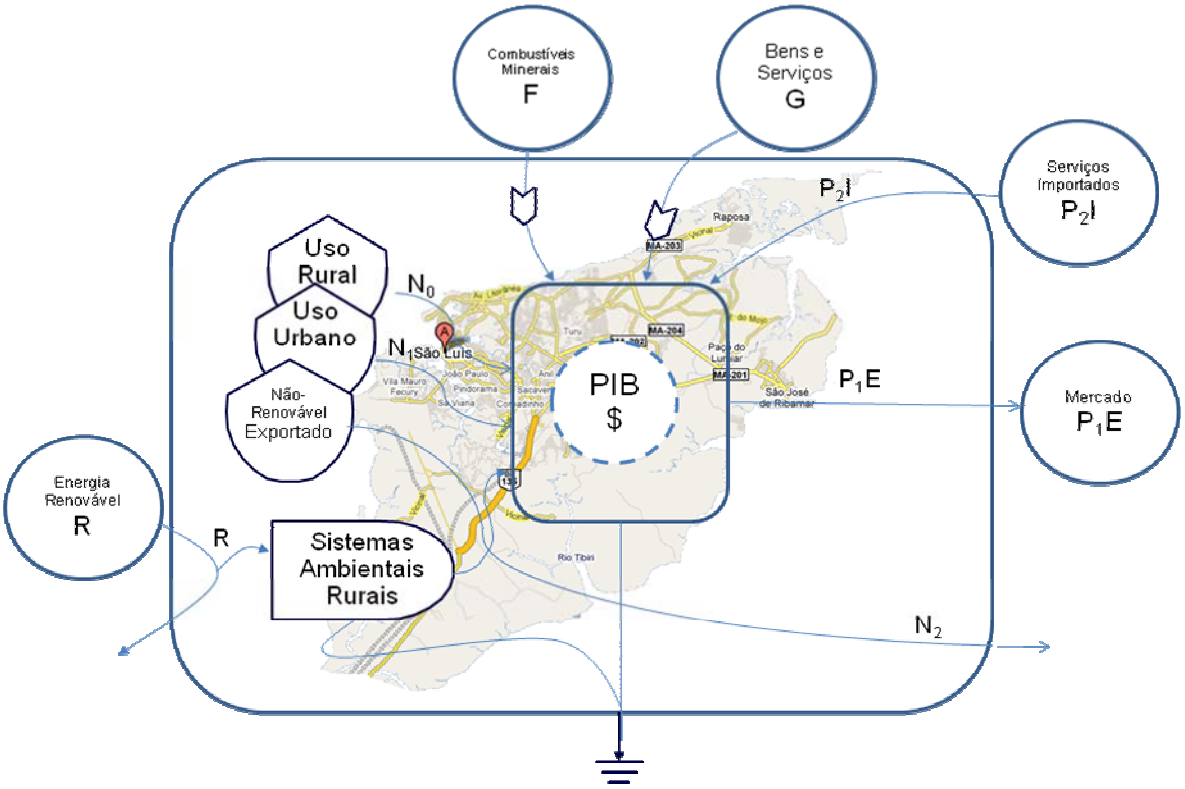

Fig. 1. Diagrama de Fluxo de Energia

2.1 Emergia

A contabilidade ambiental em emergia, desenvolvida nas últimas quatro décadas, pode ser utilizada na avaliação da qualidade dos recursos empregados em sistemas dinâmicos complexos. As fontes de recursos que compõem qualquer processo podem ser divididas em três classes: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Esta divisão é fundamental para o estudo das interações entre processos produtivos e o meio ambiente. Os fluxos de recursos identificados por meio da contabilidade ambiental em emergia permitem calcular diferentes indicadores ambientais. O Indicador de Sustentabilidade (ESI) é obtido da relação entre o rendimento de emergia (EYR) e o indicador de carga ambiental (ELR) (BROWN e ULGIATI, 1997). O conceito de sustentabilidade está atrelado à maximização de EYR (rendimento) e a minimização de ELR (carga ambiental), ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de consumo dos recursos ambientais locais (Equação 1):

$$ESI = EYR/ELR \quad (1)$$

Os valores de ESI menores que 1 são indicativos de produtos ou processos que não são sustentáveis (BROWN e ULGIATI, 1997). Sistemas com valores maiores que 1 indicam produtos e processos que dão contribuições sustentáveis para o meio ambiente. A sustentabilidade em médio prazo pode ser caracterizada por um ESI entre 1 e 5 enquanto produtos e processos com sustentabilidade em longo prazo têm ESI maiores que 5.

2.2 Diagrama Ternário

Os fluxos de emergia representam três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Os fluxos R e N são fornecidos pelo ambiente e não têm valor econômico, mas enquanto os recursos renováveis podem

ser repostos pelo ambiente ao menos na mesma velocidade com que são consumidos, os recursos não renováveis são explorados sem que haja tempo para sua recuperação pelo ambiente. Os recursos econômicos, F, são provenientes do mercado e possuem valor em moeda. O fluxo de saída, Y, representa produtos, processos ou serviços. Todos os fluxos são representados com a mesma métrica (joules de emergia solar), o que evita a utilização de métodos de normalização e permite a representação gráfica direta dos resultados (GIANNETTI et al, 2005). A ferramenta gráfica produz um diagrama triangular eqüilátero com três variáveis associadas a porcentagens (Figura 2). Desta forma, a soma de R, N e F será sempre 100%. Com esta restrição, podemos representar três variáveis em duas dimensões. Cada vértice do triângulo está associado a um fluxo (R, N e F) e os lados do triângulo representam combinações binárias. Combinações de três fluxos são representadas por pontos no interior do triângulo e o valor percentual de cada fluxo é dado pela perpendicular que une o ponto e a lateral oposta ao vértice de interesse. A ferramenta gráfica permite comparar cidades, empresas, produtos, processos e serviços, avaliar melhorias e acompanhar a performance do sistema ao longo do tempo. Com o auxílio dos diagramas, podemos avaliar interações entre cidades ou o desempenho de um setor industrial.

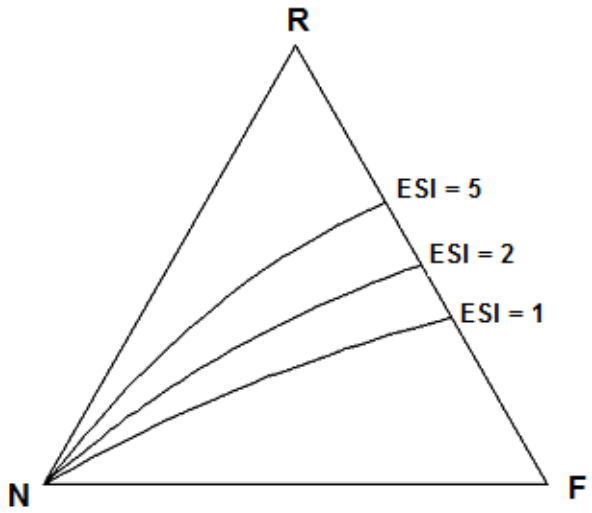

Fig. 2. Diagrama Ternário com linhas de sustentabilidade

2.3 Índice de Desenvolvimento Humano

O conceito de Desenvolvimento Humano é a base do Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH), publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, e também do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (PNUD). Ele parte do pressuposto que para aferir a qualidade de vida humana do avanço de uma população não se deve considerar apenas a dimensão econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas. Oferecer um contraponto entre o Índice de Desenvolvimento Humano e um outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral, sintética, do desenvolvimento humano. Não abrange todos os aspectos de desenvolvimento e não é uma representação da "felicidade" das pessoas, nem indica "o melhor lugar no mundo para se viver". Além de computar o PIB per capita, depois de corrigi-lo pelo poder de compra da moeda de cada país, o IDH também leva em conta dois outros componentes: a longevidade e a educação. Para aferir a longevidade, o indicador utiliza números de expectativa de vida ao nascer. O item educação é avaliado pelo índice de analfabetismo e pela taxa de matrícula em todos os níveis

de ensino. A renda é mensurada pelo PIB per capita, em dólar PPC (paridade do poder de compra, que elimina as diferenças de custo de vida entre os países). Essas três dimensões têm a mesma importância no índice, que varia de zero a um. Apesar de ter sido publicado pela primeira vez em 1990, o índice foi recalculado para os anos anteriores, a partir de 1975. Aos poucos, o IDH tornou-se referência mundial. É um índice-chave dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas e, no Brasil, tem sido utilizado pelo governo federal

3 Resultados da contabilidade em emergia de São Luís

A arquitetura de São Luís prima pela adequação às condições do clima equatorial, aproveitando ao máximo a sombra e a ventilação marítima. Inclui-se aí o emprego dos azulejos na impermeabilização das fachadas de taipa que diminui o calor refletido para o interior das edificações. Capital do Estado o Maranhão, formou-se na península que avança sobre o estuário dos rios Anil e Bacanga, estando a 2º 31' 47'' de latitude, 44º 18' 10'' longitude, e a uma altitude de 24,391 m. Limita-se com o Oceano Atlântico, ao Norte; com o Estreito dos Mosquitos, ao Sul; com a Baía de São Marcos, a Oeste. Possui 957.515 habitantes distribuídos em uma área territorial de 827 km² (IBGE).

3.1 Cálculo do índice de sustentabilidade

O procedimento para calcular o índice de sustentabilidade é obtido através da relação entre o rendimento de emergia (EYR) e o indicador de carga ambiental (ELR) conforme já apresentado. Calculamos o (EYR) e o (ELR) através das equações 2 e 3 apresentadas abaixo.

$$EYR = (R + N + F) / F \quad (2)$$
$$ELR = (N + F) / R \quad (3)$$

Após calcularmos os indicadores de carga ambiental e rendimento de emergia utilizamos a equação 1 para determinação do indicador de sustentabilidade (ESI). Para determinamos quantitativamente os recursos renováveis, não-renováveis e provenientes da economia da cidade de São Luís, utilizamos os dados econômicos e ambientais fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) respectivamente, conforme apresentamos na Tabela 1. Os recursos são separados por categoria e suas quantidades são calculadas em sej através da Transformidade Solar. Transformidade Solar é definida como a emergia por unidade de energia disponível, é a quantidade de energia acumulada necessária para produzir 1 joule de determinado produto.

Tabela 1 – Contabilidade de emergia da cidade de São Luís em 2006

Nota	Item	Unidades		Emergia por Unidade (sej/un)	Emergia	EmDollars	
Recursos Renováveis							
1	Energia solar	1,47E+19	J	1,00E+00	1,47E+19	6,76E+06	R
2	Energia Química da Chuva	1,41E+16	J	3,05E+04	**4,31E+20**	1,98E+08	R
3	Energia Geopotencial da Chuva	7,00E+13	J	4,70E+04	3,29E+18	1,51E+06	R
4	Energia Cinética do Vento	1,00E+16	J	2,45E+03	2,45E+19	1,13E+07	R
5	Energia das Ondas	1,14E+15	J	5,10E+04	5,79E+19	2,66E+07	R
6	Energia da Maré	7,74E+16	J	7,39E+04	**5,72E+21**	2,63E+09	R
7	Energia Geotérmica	2,08E+14	J	5,80E+04	1,21E+19	5,55E+06	R

Transformações Internas							
8	Produção Agrícola	1,99E+10	J	3,36E+05	6,68E+15	3,07E+03	N0
9	Pecuária	1,36E+10	J	3,36E+06	4,57E+16	2,10E+04	N0
10	Pesca	9,11E+09	J	3,36E+06	3,06E+16	1,41E+04	N0
11	Lenha	2,37E+12	J	2,21E+04	5,24E+16	2,41E+04	N0
12	Extração Florestal	2,37E+12	J	2,21E+04	5,24E+16	2,41E+04	N0
13	Perda do Solo	1,63E+09	g	1,68E+09	**2,74E+18**	1,26E+06	N0
14	Perda solo arado	1,11E+12	J	7,40E+04	8,18E+16	3,76E+04	N0
Importados do Brasil							
15	Petróleo	2,42E+16	J	8,90E+04	**2,15E+21**	9,90E+08	F2
16	Carvão	1,24E+11	J	6,69E+04	8,30E+15	3,81E+03	F2
17	Calcário e Fertilizantes	4,65E+08	g	1,68E+09	7,82E+17	3,59E+05	F2
18	Metais	3,50E+09	g	1,43E+09	5,00E+18	2,30E+06	F2
19	Hidroeletricidade	1,01E+13	J	3,36E+05	**3,38E+18**	1,55E+06	F2
Importados do Exterior							
20	Combustíveis	1,15E+13	J	6,74E+04	**7,72E+17**	3,55E+05	F1
21	Metais	7,12E+07	g	1,76E+09	1,25E+17	5,74E+04	F1
22	Minerais	1,89E+08	g	1,64E+10	3,10E+18	1,42E+06	F1
23	Comida e prod. Agr.	8,03E+11	J	3,36E+05	2,70E+17	1,24E+05	G
24	Plástico e Borracha	3,95E+10	J	1,11E+05	4,38E+15	2,01E+03	G
25	Químicos	2,24E+08	g	1,48E+10	3,31E+18	1,52E+06	G
26	Materiais Finalizados	7,41E+03	g	5,85E+09	4,34E+13	1,99E+01	G
27	Máquinas	3,57E+07	g	6,70E+09	2,39E+17	1,10E+05	G
28	Serviços Importados	1,70E+09	$	1,66E+12	**2,82E+21**	1,30E+09	P2I
Exportados							
29	Comida e prod. Agr.	1,90E+11	J	3,36E+05	6,38E+16	2,93E+04	P1E
30	Pecuária	1,18E+08	J	3,36E+06	3,95E+14	1,82E+02	P1E
31	Materiais Finalizados	5,28E+05	g	8,80E+08	4,64E+14	2,13E+02	N2
32	Combustíveis	1,54E+09	J	1,11E+05	1,71E+14	7,85E+01	N2
33	Metais	6,51E+09	g	2,63E+09	1,72E+19	7,88E+06	N2
34	Minerais	9,47E+08	g	1,00E+09	9,47E+17	4,35E+05	P1E
35	Químicos	5,15E+07	g	1,48E+10	7,62E+17	3,50E+05	P1E
36	Serviços exportados	1,11E+09	$	1,95E+12	**2,16E+21**	0,00E+00	P1E

Nem todos recursos renováveis considera-se no cálculo para evitar dupla contagem (ODUM, 1970), dentre os recursos renováveis da cidade (tabela 1) contribuíram para o valor de R, energia cinética do vento, energia das ondas, energia química da chuva e energia da maré, sendo as duas últimas as de maiores relevâncias. Portanto, encontra-se como valor final para R, 6,23E+21. A cidade de São Luís por situar-se em uma ilha apresenta um enorme potencial de recursos locais gratuitos. Para compor o cálculo do índice de sustentabilidade necessita-se ainda dos valores dos recursos não-renováveis e dos provenientes da economia. Encontra-se como resultado para N e F respectivamente 3,01E+18 e 4,99E+21. Destaca-se a perda do solo como maior recurso não-renovável e os combustíveis importados do Brasil como os que mais influenciam nos recursos pagos.

Os indicadores econômicos apresentam um resumo da contabilidade em emergia (Tabela 2). São Luís apesar de pouco produzir, utiliza-se de 56% de fontes internas. importa mais emergia do que exporta, e sua capacidade de carga é favorável. Mesmo no padrão de consumo de um país desenvolvido, os recursos renováveis da cidade são capazes de absorver o consumo, contudo acabará

esgotando os seus recursos naturais se continuar seguindo o mesmo modelo de desenvolvimento que outras cidades seguiram, sendo este o principal foco deste trabalho, estabelecer uma relação entre o ESI e o IDH.

Tabela 2 – Indicadores Econômicos e de Emergia de São Luís

Item	Nome do Índice	Expressão	Quantidade
1	Fluxo de emergia renovável	R	6,23E+21
2	Fluxo de não-renováveis locais Reservas	N	3,01E+18
3	Fluxo de emergia importada, F	F1+G+P2I+F2	4,99E+21
4	Fluxo total de emergia	R+N+F1+G+P2I+F2	1,12E+22
5	Emergia total usada, U	N0+N1+R+F1+G+P2I+F2	1,12E+22
6	Emergia total exportada	P1E	2,18E+21
7	Fração usada de emergia das fontes internas	(NO+N1+R)/U	0,56
8	Importados menos exportados	(F1+F2+G+P2I)-(N2+P1E)	2,79E+21
9	Exportados dividido por Importados	(N2+P1E)/(F1+F2+G+P2I)	4,40E-01
10	Fração usada, Renováveis locais	R/U	55,525%
11	Fração dos recursos comprados	(F1+F2+G+P2I)/U	0,44
12	Fração dos serviços importados	P2I/U	2,51E-01
13	Fração dos recursos gratuitos	(R+N0)/U	5,56E-01
14	Razão dos concentrados rurais	(F1+F2+G+P2I+N1)/(R+N0)	0,80
15	Uso por área, Empower Density	U/(area ha)	1,36E+17
16	Uso por pessoa	U/population	1,17E+16
17	Capacidade de carga renovável	COUNTRY POPULATION =	9,58E+05
	No presente padrão de vida	(R/U)x(population)	5,32E+05
18	Desenvolvimento da capacidade de Carga no mesmo padrão de vida	8(R/U)x(population)	4,25E+06
19	Razão de uso do PIB emergia/dollar	P1=U/GNP	1,95E+12
20	Razão de uso da eletricidade	(el)/U	0,00030
21	Uso de combustível por pessoa	fuel/population	8,06E+11

3.2 Comparação com outras cidades

Elabora-se com os percentuais de R, N e F o diagrama ternário de grandes cidades chinesas e São Luís. Percebe-se que São Luís por ainda está em um processo inicial de desenvolvimento, possui considerável quantidade de recursos renováveis e está situada em uma área do triângulo que representa um índice de sustentabilidade a médio prazo. Por outro lado, a cidade ainda apresenta um baixo padrão de desenvolvimento. Em contrapartida, as outras cidades mais desenvolvidas, estão mais próximas do vértice econômico e muito afastadas dos recursos da natureza, estas possuem IDH mais alto.

Apresenta-se de forma resumida os indicadores econômicos e ambientais das cidades estudadas, destaca-se a diferença econômica desfavorável entre as cidades chinesas e São Luís. Chongqing apresenta um IDH próximo ao de São Luís, diferencia-se devido a extração de gás natural, carvão e minerais, que lhe proporciona um alto percentual de N. Seguindo o modelo de desenvolvimento atual das cidades, aquelas que possuem IDH mais alto ou já esgotaram suas reservas naturais ou não as utilizam priorizando a importação.

Tabela 3 – Comparação entre as cidades estudadas

	São Luís 2006	Beijing 2004	Shangai 2004	Tianjin 2004	Chongqing 2004	Macao 2004
IDH	0,721	0,882	0,909	0,855	0,745	0,909
PIB	5,16E+09	8,40E+10	1,12E+11	6,60E+10	5,87E+10	1,03E+10
População	9,58E+05	1,54E+07	1,35E+07	3,14E+07	3,14E+07	4,65E+05
Área m²	8,27E+08	1,64E+10	6,34E+09	1,18E+10	8,23E+10	2,75E+07
per Capita	5,38E+03	5,46E+03	8,28E+03	2,10E+03	1,87E+03	2,22E+04
R	6,23E+21	1,30E+21	7,00E+20	9,00E+20	1,83E+22	1,11E+15
N	3,01E+18	7,29E+22	2,57E+22	9,49E+22	1,41E+23	3,62E+11
F	4,99E+21	8,50E+23	5,96E+23	1,71E+23	3,04E+22	3,82E+16
EYR	2,3	1,1	1,0	1,6	6,3	1,0
EIR	0,8	11,5	22,6	1,8	0,2	34,4
ELR	0,8	709,7	887,6	295,8	9,4	34,4
ESI	2,81	0,002	0,001	0,005	0,7	0,001

No diagrama ternário, quanto maior o indicador gráfico maior a emergia total da cidade, como as cidades comparadas apresentam valores totais de emergia muito maiores que as da cidade de São Luís. Para realizar-se uma comparação efetiva entre as cidades dividiu-se a emergia total pela área em metros quadrados, encontra-se assim a razão emergia/m².

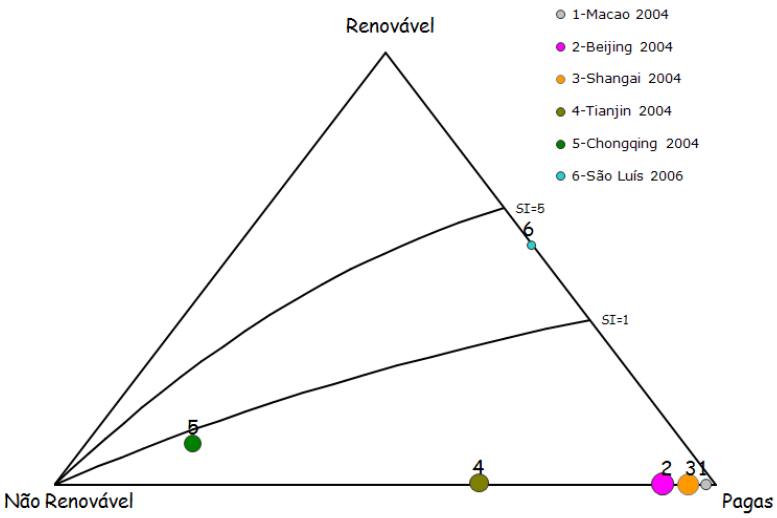

Fig. 3. Diagrama Ternário com linhas de sustentabilidade

3.3 Variação do IDH em função do ESI

O objetivo é estabelecer uma relação entre o IDH e o ESI, criticando assim o modelo de desenvolvimento adotado pelas cidades em função dos indicadores do IDH. Destaca-se o resultado obtido na figura 4, que apresenta uma relação entre a emergia total (U) e o IDH.

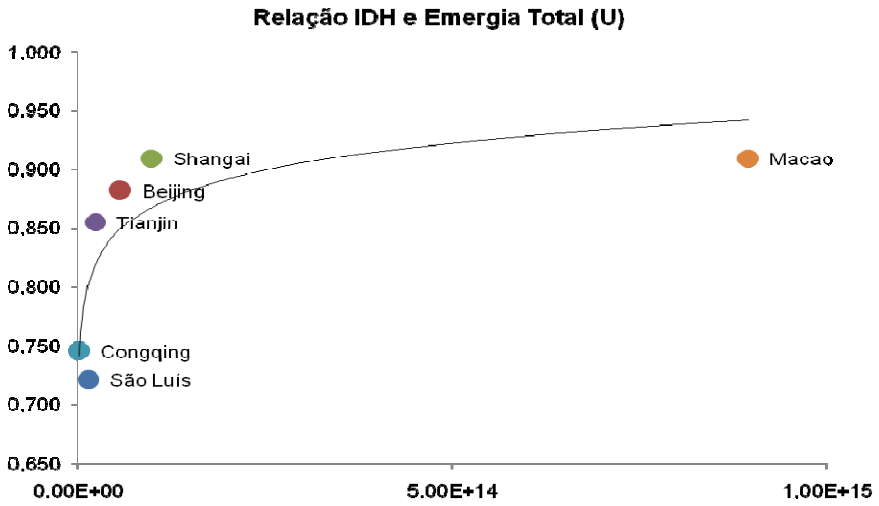

Fig. 4. Variação de U/m² e IDH

Na relação entre os recursos pagos (F) e o IDH (figura 5), verifica-se que quanto maior o IDH maior o F. Remetendo-se ao diagrama ternário das cidades, percebe-se também que aquelas que possuem um alto valor de F possuem um ESI de curto prazo, ou seja, abaixo de 1. O IDH não estabelece qual o "melhor lugar no mundo para viver" ou a representação da "felicidade das pessoas", tampouco indica qual a população, cidade ou região, que utiliza melhor os recursos da natureza.

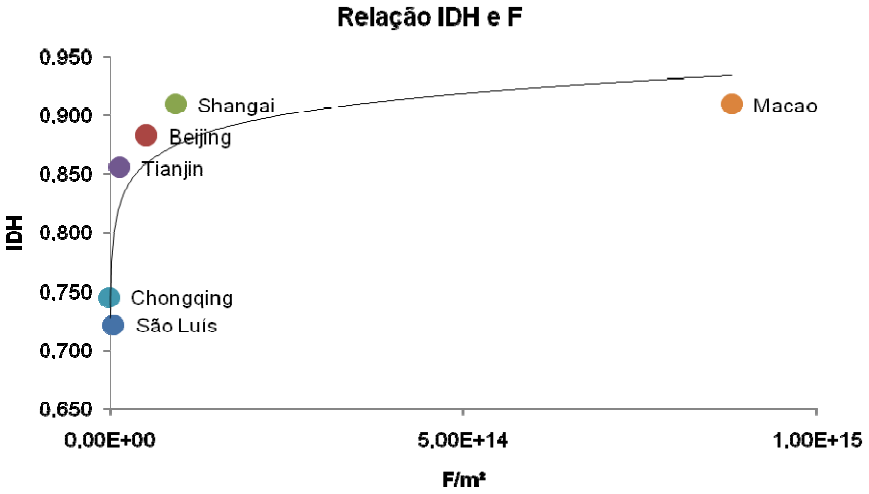

Fig. 5. Variação de F/m² e IDH

Identifica-se então que as cidades que possuem um IDH mais alto, para consegui-lo, dispõe de muito recurso da economia, apresentado uma proporção direta entre F e IDH. Esta relação pode ser representada pela equação 4 abaixo.

$$IDH = 0{,}026Ln(F) + 0{,}021 \qquad (4)$$

Pode-se então utilizar a contabilidade em emergia para definir o IDH e questionar qual a real aplicação deste índice em relação aos aspectos ambientais e o desenvolvimento sustentável. Na relação IDH e ESI (figura 6), verifica-se que na curva a medida que o IDH aumenta o ESI diminui.

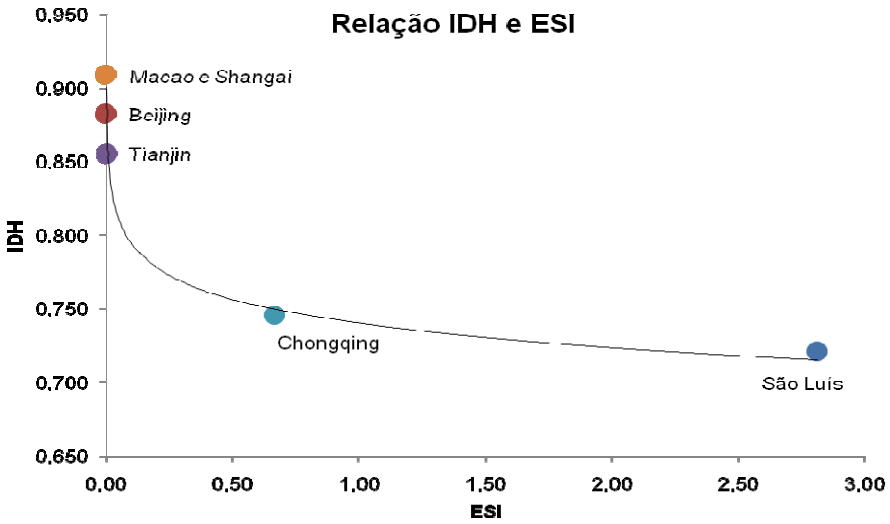

Fig. 6. Variação entre IDH e ESI

4 Discussão

Neste trabalho analisou-se o ESI da cidade São Luís mediante da contabilidade em emergia, comparar com os resultados de outras cidades e estimar uma relação com o IDH. O diagrama ternário apresentou que São Luís possui um ESI a médio prazo, diferente das outras cidades que apresentaram ESI abaixo de 1, ou seja, de curto prazo. Isso decorre do potencial que a cidade ainda possui de utilizar recursos renováveis e menos da economia. O IDH da cidade de São Luís a classifica como uma cidade de médio IDH. Contudo as cidades que estão em um estado de maior de desenvolvimento apresentam um IDH alto, para manterem sua sustentabilidade acabam utilizando muito mais de recursos da economia, ou seja, ou já esgotaram seus recursos locais ou não o utilizam. Para manter este IDH alto acabam importando mais. Concluí-se então que o modelo de desenvolvimento aplicado e sugerido pelo IDH induz as cidades a esgotarem seus recursos naturais, ficando refém dos recursos econômicos.

5 Referências

BROWN, M.T., ULGIATI, S. Emergy analysis and environmental accounting. Encyclopedia of Energy. Volume 2. 2004.

CAMPBELL, Daneil E. Emergy analysis of humam carring capacity and regional sustainability: an example using the state of Maine. Environmental e Assessment, 1998.

JIANG, M.M., ZHOU, J.B. 2008. Ecological evaluation of Beijing economy based on mergy indices. 14, 2482-2494. Elsevier

LEI, kampeng, Wang Zhishi, Ton Shanshin. Holistic emergy analysis of Macao. Ecologial Engineering, 2008.

LIU, G. Y., YANG, Z. F. 2008. Emergy-based urban ecosystem halth assessment: A case study of Baotou, China. 14, 972-981. Elsevier

LOMAS, Pedro L. Ávarez Sergio, Marta Rodriguz, Carlos Montes. Environmental accouting as a management tool in the Mediterranean context: The Spanish economy during the last 20 years. Journal of Environmental Management, 2008.

ODUM, H.T. Environmental Accounting, Emergy and Decision Makin. John Wiley, New York, 1996. Elsevier

ZHANG, L.X., CHEN, B,. 2008. Comparison of typical mega cities in China using emergy synthesis. 14, 2827-2836. Elsevier