Determinação do índice de sustentabilidade do município de Santo Amaro das Brotas- SE, utilizando indicadores das dimensões ambiental, social e econômica.

Vívian Sueli Bonfim Alves[1]

G. Guirado Faccioli[2]

Uma das questões mais intrigantes no atual processo de desenvolvimento do Brasil e do mundo é a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, que estão baseados em relações sociais, econômicas e ambientais. Mesmo com esses conceitos sendo amplamente debatidos, estudados e aceitos, há grandes dificuldades em alcançá-los, já que um dos desafios é criar instrumentos de mensuração capazes de prover informações que facilitem a avaliação do grau de sustentabilidade. A metodologia usada neste trabalho foi proposta por Daniel (2000), através do emprego dos valores dos indicadores nos raios de um gráfico tipo radar, calculando-se a área formada que gera o índice de sustentabilidade. Para a dimensão ambiental foi feita análise biológica da água da distribuidora e de poços muito utilizados pela população; já para as dimensões social e econômica foi aplicado um questionário sobre a renda mensal, auxílio do governo (Bolsa Escola) e o acesso às escolas municipais e aos postos de saúde. De posse dos dados, foi obtido um índice de sustentabilidade de 8,925.

Palavras-chave: sustentabilidade; desenvolvimento sustentável; indicadores.

Determination of the sustainability of Santo Amaro das Brotas - SE, using indicators of environmental, social and economic.

One of more important questions in world and Brazil´s actual development is sustainability and your procedure, that both are based in socials, economics and environment relationship. He same goes this subjects be widely discussed, studied and approved, there are complete dificulties in accomplish them, since one of challenges is making measurement tools able supply data that easy some sustainability measurements. The method applied in this work was proposed by Daniel (2000), through using issues of indicators in a radar graphic radios, calculating all of area that result in sustainability rate. For all environment was made biologic analysis from water of distributor and wells frequently used by population; now in relation to economic and social issues was applied a questionary about month pay, government social benefits

[1] Bióloga, Especialista em Gestão Ambiental, Graduando em Pedagogia pela Faculdade Pio Décimo. viviansba@yahoo.com.br

[2] Doutor em Engenharia Agrícola, DEA- Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

(Bolsa Escola) and getting to municipal public schools and health locals. By having the data was obtained a sustainability index of 8,925.

Keywords: sustainability, sustainable development, indicat

---

1. INTRODUÇÃO

É impossível ignorar que o mundo entrou numa crise no que se refere ao meio ambiente. A crescente expansão econômica mundial deixou bem clara as diferentes formas de combinação entre o desenvolvimento e os recursos naturais. O modelo clássico possibilitou o crescimento populacional e econômico, o que resultou em distorções quanto à conservação e uso dos recursos naturais. O impacto dessas ações intensificou a preocupação da sociedade com relação ao modo como esta irá se desenvolver, mostrando que é necessário um novo padrão de desenvolvimento.

Oficialmente, o conceito de sustentabilidade foi introduzido no encontro internacional The *World Conservation Strategy*. A partir desta data esse conceito passou a ser empregado com maior frequência assumindo dimensões econômicas, sociais e ambientais, buscando embasar uma nova forma de desenvolvimento[1]. As preocupações ambientais, econômicas e sociais, consideradas no seu conjunto e visando a conclusão de diferentes objetivos ao mesmo tempo, Chama-se sustentabilidade[2]. Sendo assim, é através desse conceito que se busca uma nova forma de desenvolvimento, o sustentável.

Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. O conceito é normativo, e apesar de ter surgido em meio a controvérsias importantes sobre a relação entre crescimento econômico e meio ambiente, estabelece a possibilidade de desenvolvimento econômico efetivo se alicerçado no tripé "eficiência econômica, ecologia e equidade", intra e entre gerações[3]. Portanto, entende-se o conceito supracitado como a manutenção de um sistema ao longo do tempo, sendo que essa depende da equidade do sistema, da diversidade, da interação entre as diferentes dimensões (econômica, ambiental e social).

Mesmo o conceito de desenvolvimento sustentável sendo um dos mais debatidos e estudados, e até aceito, há grandes dificuldades em alcançá-lo. Um dos desafios da construção desse desenvolvimento é criar instrumentos de mensuração capazes de

prover informações que facilitem a avaliação do grau de sustentabilidade das sociedades, monitorem as tendências de seu desenvolvimento e auxiliem na definição de metas de melhoria[4].

Foi a partir da Conferência Mundial sobre Meio Ambiente- RIO 92 que surgiu a ideia de criar indicadores de desenvolvimento sustentável que pudessem servir de alicerce para a tomada de decisão em todos os níveis e que considerassem todos os aspectos (ambientais, sociais e econômicos).

Indicadores são informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão, usadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade[5]. O trabalho com indicadores de sustentabilidade pode ajudar a enxergar as ligações entre os diferentes aspectos do desenvolvimento dentro de vários níveis em que eles coexistem e apreciar a complexa interação entre suas dimensões[6]. Mas há uma problemática, ainda não existe uma fórmula única para avaliar o que é ou não sustentável.

Outro ponto importante em relação aos indicadores é que, não se pode determinar a sustentabilidade considerando um único indicador ou indicadores que retratem apenas uma dimensão. A sustentabilidade é determinada por um conjunto de fatores (ambientais, sociais e econômicos), e todos devem estar contemplados no índice de sustentabilidade através dos correspondentes indicadores[7]. Convém ainda destacar que um indicador não apenas se alimenta de informações, mas também as produz, sendo uma consideração importante no processo de interpretação[8].

Com isso, uma comunidade só será considerada sustentável se for capaz de aprimorar e sustentar as suas características ambientais, econômicas e sociais, proporcionando o atendimento contínuo às necessidades da população.

O objetivo desse trabalho foi determinar o índice de sustentabilidade do município de Santo Amaro das Brotas - SE, utilizando indicadores das dimensões ambiental, social e econômica, e propor ações de políticas públicas baseadas no índice de sustentabilidade determinado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Santo Amaro das Brotas está localizado no setor leste do Estado de Sergipe, limitando ao norte com os municípios de Rosário do Catete, General Maynard,

Carmópolis e Pirambu; a sul com Nossa Senhora do Socorro e Aracaju; a oeste com Maruim e Laranjeiras; a leste com Barra dos Coqueiros. A área municipal ocupa 234,155 km², com densidade demográfica de 48,73 hab/km² e uma população de 11,410 habitantes[9]. Apresenta clima megatérmico úmido e sub-úmido, temperatura média anual de 25,3°C, precipitação pluviométrica anual de 1.466,5 mm e período chuvoso de março a agosto. O relevo está representado pela planície litorânea e pelo tabuleiro costeiro com relevos dissecados dos tipos colina e interflúvios tabulares. Os solos são Podzóico vermelho, amarelo, Arenoquartzosos marinhos e Indiscriminados de mangues; com vegetação de Capoeira, vestígios de Mata, Caatinga e Higrófila[10].

Visando determinar os indicadores de sustentabilidade do município de Santo Amaro das Brotas, nas dimensões ambiental, social e econômica, foi elaborado um gráfico tipo radar, metodologia proposta por Daniel (2000) que é uma alternativa ao método original de Calorio (1997).

Para a obtenção dos valores dos indicadores das dimensões social e econômica foi realizado um questionário com uma amostra de 75 pessoas da população local, tendo um erro amostral de 5%, com perguntas sobre a renda mensal (Iec1), se recebem auxilio do governo (Bolsa Escola) (Iec2), como é o acesso às escolas municipais (Is1) e aos postos de saúde (Is2). Já para a dimensão ambiental, foi feita análise biológica da água da distribuidora (Ia1) e de dois poços muito utilizados pela comunidade (Ia2).

De posse dos valores dos indicadores selecionados para avaliar a sustentabilidade, foram feitos os seguintes passos:

a) Transformação dos valores dos indicadores (Adimensionalização): que visa padronizar os valores dos indicadores para vp_n, eliminando os efeitos de escala e de unidade de medida, uma vez que representam indicadores diferentes o que assegura que cada um deles tenha seu peso relativo na determinação do índice[11].

$$Vp_{n} = \frac{5+(xn-\overline{x})}{S}$$

Onde:

Vp_n= valor indicado n padronizado;

X_n= valor original do indicador n;

$\bar{x}$ = média

S = desvio padrão

b) Obtenção do ângulo formado entre dois indicadores adjacentes.

$$\propto = \frac{360}{N}$$

Onde:

$\propto$= ângulo formado entre dois indicadores;

N= número total de indicadores;

c) Cálculo da área de cada triângulo identificado no gráfico, a partir do valor padronizado de dois indicadores adjacentes e do triângulo definido no passo anterior (b).

1- Obtenção do lado desconhecido do triângulo:

$$d_n = \sqrt[2]{(vp_n)^2 + (vp_{n+1})}^2 - 2 \times (vp_n \times vp_{n+1}) \times \cos \propto$$

Onde:

d_n= lado desconhecido do triângulo;

vp_n e vp_{n+1}= valores padronizados dos indicadores n e n+1;

$\propto$= ângulo formado entre dois indicadores;

2- Cálculo de semiperímetro do triângulo:

$$p_{n=} \frac{vp_n + vp_{n+1} + d_n}{2}$$

Onde:

p_n= semiperímetro do triângulo;

vp_n, vp_{n+1} e d_n= lados do triângulo;

3- Cálculo da área do triângulo:

$$S_{n=} \sqrt[2]{p_n(p_n - vp_n) \times (p_n - vp_{n+1}) \times (p_n - d_n)}$$

d) Cálculo do índice de sustentabilidade

$$I_s = \sum das\ áreas$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise biológica da água, dimensão ambiental (Vpn_1 e Vpn_2), foram coletadas 3 amostras. A primeira da 'Fonte de Seu Nelson', a segunda da 'Fonte Grande' e a terceira da distribuidora. Com relação à presença de coliformes totais, todas as amostras estão em não conformidade, já com base na presença de coliformes termotolerantes, todas as amostras estão dentro do limite tolerável, ou seja, tanto a água fornecida pela distribuidora quanto dos poços tem 50% em conformidade com a resolução Conama.

De posse dos dados obtidos através do questionário, observou-se que a renda mensal média da comunidade é de R$ 817,50 (Vpn_3) e que 35% da população recebe auxílio o financeiro do governo (Vpn_4). Para os indicadores sociais, verificou-se que 97% da população têm acesso aos postos de saúde (Vpn_5) e 60% da população têm acesso às escolas na própria comunidade (Vpn_6).

Através das informações levantadas foi possível à elaboração do gráfico tipo radar (Figura 2), que representou toda a coleção dos indicadores supracitados, e que possibilitou analisar as informações geradas.

a) Transformação dos valores dos indicadores (Adimensionalização):

$$\bar{x} = \frac{50 + 50 + 817{,}50 + 35 + 97 + 60}{6}$$

$\bar{X}$= 184,583

$$S = \frac{\sqrt{(50-184{,}583)^2 + (50-184{,}583)^2 + (817{,}50-184{,}583)^2 + (35-184{,}583)^2 + (97-184{,}583)^2 + (60}}{6-1}$$

S= 136,29

Ambiental:

Vpn_1= 0,950

Vpn_2= 0,950

Econômico:

Vpn_3= 4,680

Vpn_4= 1,134

Social:

Vpn_5= 0,605

Vpn_6= 0,877

b) Obtenção do ângulo formado entre dois indicadores adjacentes:

$\propto = \frac{360}{6}$

$\propto = 60°$ $\propto = 0.5$

c) Cálculo da área de cada triângulo identificado no gráfico

1- Obtenção do lado desconhecido do triângulo:

Ambiental:

Dn_1=4,284

Dn_2= 1,053

Econômico:

Dn_3=4,408

Dn_4=1,357

Social:

Dn_5= 1,029

Dn_6=0,915

2- Cálculo de semiperímetro e área do triângulo:

Área 1:

P = 4,957

S= 1,92

Área 2:

P= 1,568

S= 0,464

Área 3:

P=4,846

S= 1,222

Área 4:

P=2,912

S= 4,527

Área 5:

P=1,52

S= 0,432

Área 6:

P=1,371

S= 0,360

d) Cálculo do índice de sustentabilidade

I_s=1,92+ 0,464 +1,222+ 4,527+ 0,432+ 0,360

I_s= 8,925

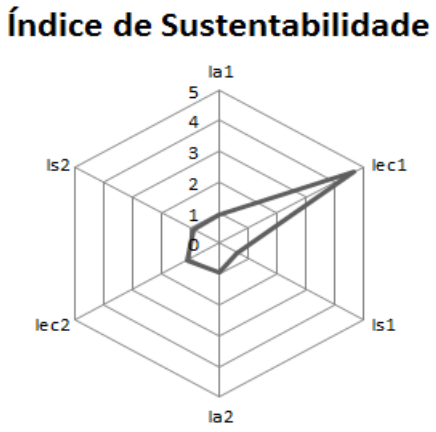

Figura 1- Gráfico radar utilizado para gerar índice de sustentabilidade do munícipio; Ia1 e Ia2- indicadores ambientais; Iec1 e Iec2- indicadores econômicos; Is1 e Is2- indicadores sociais.

A partir das informações geradas pelo gráfico, pode-se notar que a área formada pelos indicadores econômico e ambiental (Iec1 e Ia1) é a maior do gráfico, já a área formada pelos indicadores ambiental e social (Ia2 e Is1) foi a menor.

Um indicador não pode ser analisado sozinho, pois a relação entre os indicadores e o padrão de respostas pode permitir a previsão das condições futuras. Então não basta pensar em ações que possibilitem o aumento da área menor, mas também das demais, pois ao aumentar uma área pode-se diminuir outra já que estão interligadas.

Nesse sentido, propõem-se ações de políticas públicas tais como: aumentar o acesso às escolas da comunidade; fazer análises qualitativas frequentemente e o tratamento da água, não só a da distribuidora como também dos poções utilizados; propor ações de educação ambiental junto à comunidade.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, o presente trabalho buscou determinar o índice de sustentabilidade do município de Santo Amaro das Brotas- SE, utilizando indicadores das dimensões ambiental, social e econômica, como também propor as ações de políticas públicas, visto que a visão integrada proporcionada pelos indicadores mostra que sem uma política adequada e viável o sistema tende ao desequilíbrio.

Ações nesse sentido devem ser refeitas pelo menos em dois anos, para assim se poder analisar as variações dos indicadores e do índice de sustentabilidade.

---

1. SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. *Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países*. Revista Ambiente e Sociedade, Campinas, v.10, n.2, p.137, jul./dez. 2007.
2. MARAGON, M.; PRESZNHUK, R.; SORDI, R.F.; AGUDELO, L.P.P. *Indicadores de Sustentabilidade como instrumento para avaliação de comunidades em crise*: Aplicação à comunidade de Serra Negra. Revista Educação e Tecnologia, n.8, set. 2004. Disponível em: < http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1139/736 >. Acesso em: 12/01/2012.

3. ROMEIRO, A.; KUWAHARA, M.Y. *Avaliação e Contabilização de impactos ambientais.* Revista Mackenzie, São Paulo, ano 3, p.187. 2004.
4. POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, B.A.N. *Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso para São Carlos (SP).* Revista de Engenharia Sanitária Ambiental, v.14, n. 3, p. 412, jul./set. 2009.
5. MMA- Ministério do Meio Ambiente. *Indicadores Ambientais.* Disponível em: < http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=219> Acesso em: 15/12/2011.
6. POLAZ, C.N.M.; TEIXEIRA, B.A.N. *Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso para São Carlos (SP).* Revista de Engenharia Sanitária Ambiental, v.14, n. 3, p. 412, jul./set. 2009.
7. SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. *Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países*. Revista Ambiente e Sociedade, Campinas, v.10, n.2, p.142, jul./dez. 2007.
8. MARZALL, K.; ALMEIDA, J. *Indicadores de Sustentabilidade para Agrossistemas: Estado da Arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável.* Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v.17, n.1, p.51, jan./abr. 2000.
9. IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades- Sergipe.* Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 10/01/2012.
10. BOMFIM, L.F.C. *Projeto Cadastro da Infraestrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe, Diagnóstico do Município de Santo Amaro das Brotas.* CPRM, 2002. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/Sergipe/Amarobrotas.pdf>. Acesso em: 10/01/2012.
11. DANIEL, O. *Definição de Indicadores de Sustentabilidade para sistemas agroflorestais.* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000 (Tese, Doutorado em Ciência Florestal) 190p.