

## SISBAR - SISTEMA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO DE BARCARENA - PARÁ

*Rosivan Alves Nilander<sup>1</sup>, Armin Mathis<sup>2</sup>*

1 – Discente de Curso de Geografia Licenciatura Plena e Bacharelado da Universidade Federal do Pará, Bolsista PIBIC/CNPq – Fundação Ford do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA /UFPA, Passagem Pio X, nº:373, entre Travessa Lomas Valentinas e Travessa Angustura, Bairro do Marco, Cidade Belém do Pará, CEP:66095-460, Telefone(91) 276-1257 ou 277-3941, email: [rosivannilander@yahoo.com.br](mailto:rosivannilander@yahoo.com.br)

2- Professor Doutor do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA/UFPA (Orientador), Rua Augusto Corrêa, s/nº, Bairro do Guamá, CEP: 66075-110. Cidade Belém do Pará (91) 211-1231. email: [armin@amazon.com.br](mailto:armin@amazon.com.br)

**Palavras-chave:** Sistema, Índice, Indicadores, Sustentabilidade e Mapeamento.

**Área do Conhecimento:** VII – Ciências Humanas

### RESUMO

Este trabalho tem por objetivo criar um Sistema Flexível de Sustentabilidade sob a ótica da construção de indicadores de desenvolvimento sustentável para o Município de Barcarena - Pará. A metodologia defendida como adequada para a materialização do conceito de indicadores é a quantitativa. Resultado esperado é a produção de um Sistema de Indicadores capaz de mensurar o atual estágio de desenvolvimento, caracterizando a distância que o separa de sua sustentabilidade.

O estudo de indicadores de sustentabilidade encontra-se numa fase inicial, sendo evidenciado pela generalidade dos objetivos, pelo tipo de usuário e pela amplitude da escala escolhida pelos programas envolvidos com esses estudos. O entendimento de sustentabilidade deve estar claramente definido por cada programa, assim como o enfoque sistêmico como metodologia básica precisam ser melhor incorporados. Muitos programas não têm apresentado indicadores de prática aplicabilidade. O processo de interpretação, que se considera o aspecto-chave no assunto, ainda não está definido pelos programas. Mesmo existindo uma preocupação em desenvolver indicadores ambientais, observa-se uma lacuna no desenvolvimento de indicadores de características mais subjetivas. A continuação dos estudos de indicadores de sustentabilidade pode, no entanto, contribuir para a busca de soluções que levem à reversão dos importantes problemas sociais e econômicos enfrentados atualmente pelas sociedades.

Com base na argumentação da importância dos indicadores da conservação dos ambientes para sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, como fator da instabilidade ambiental, leva-se em consideração o estudo realizado no município de Barcarena, possibilitando uma análise da aplicabilidade dos resultados e dificuldades em relação à metodologia, a fim de promover um esforço conjunto para consolidá-la, de acordo com o propósito de contribuir para a avaliação da sustentabilidade ambiental ao desenvolvimento.

### INTRODUÇÃO

A nova perspectiva da sustentabilidade, no âmbito municipal, requer também uma nova forma de desenvolvimento local. O velho olhar, que se restringe apenas a um desenvolvimento econômico e uso das riquezas naturais, não é capaz de dar conta da construção de estratégias que conduzam a elaboração dos índices de sustentabilidade.

Assim, também como não é possível, se pensar ou planejar “de fora” projetos ou programas de desenvolvimento local, deixando de partir da realidade sócio-política e ambiental do lugar, enfim dos municípios. Visa-se com isso à construção de indicadores que deverão auxiliar as ações voltadas para desenvolvimento local sustentável. Estes servem como subsídios para orientar a tomada de decisão do poder local através da maior compreensão da

realidade local. O Município de Barcarena necessita buscar mecanismo a partir de indicadores de sustentabilidade, para que em geral, seja possível promover o desenvolvimento local e mitigar os impactos ambientais gerados com a instalação de projetos minero-metalúrgicos, como a Albrás/Alunorte, Pará Pigmentos S.A e Rio Capim Caulim S.A (RCC/SA) a partir da década de 70.

Neste contexto, visa-se propor a construção de indicadores ambientais de sustentabilidade e elaborar mapas temáticos que visualizem as condições ambientais do município de Barcarena. A partir destes mapas o poder público, sociedade civil e empresas privadas poderão atualizar-se quanto aos problemas ambientais decorrentes dos complexos industriais no espaço geográfico local. Contribuindo com a formulação de políticas públicas voltadas para a intervenção em áreas de maiores riscos de degradação ambiental com intuito de minimizar os impactos já existentes e os futuros. Tal pesquisa se justifica em face da necessidade de permanentes reavaliações de ações ambientais e suas adequações a um quadro físico-ambiental e social modificado pelas atuações das empresas mineradoras e do poder local.

## **OBJETIVOS GERAIS**

- Levantar e interpretar indicadores físico-ambientais (desmatamento, queimada, erosão, poluição) e de sustentabilidade ecológica e social a fim de propor perspectivas de mudanças no processo de preservação ambiental;
- Elaborar índices de sustentabilidade e degradação ambiental com base na realidade de Barcarena.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar, classificar e analisar os diferentes tipos de degradação ambiental existente na área de estudo, para formularmos os indicadores de sustentabilidade;
- Elaborar indicadores que expressam os impactos ambientais;

- Estudar a possibilidade de agregar indicadores, dando origem à construção de índices de sustentabilidade e degradação ambiental;
- Comunicar informações para tomadas de atitudes e medidas condizentes e que reparem algumas alterações ambientais.

## **JUSTIFICATIVA**

A inserção e o tratamento da questão ambiental e a atuação do poder público local e da iniciativa privada é sem dúvida, um dos maiores desafios enfrentados nesse trabalho. Buscamos, todavia, compreender de que forma os indicadores de sustentabilidade poderão contribuir para o desenvolvimento local. A partir dos índices de sustentabilidade, que serão construídos através da agregação de uma série de indicadores ambientais, visando avaliar a evolução e dinâmica das condições ambientais no município de Barcarena.

Considera-se sustentável um desenvolvimento que permaneça dentro dos limites de absorção e regeneração dos ecossistemas e que não passe às futuras gerações uma herança natural menor do que as gerações presentes. Os indicadores e índices têm como principal objetivo comunicar informações, bem como tornar perceptíveis um conjunto de fenômenos que são facilmente detectáveis. Devem, portanto, permitir a compreensão de fenômenos complexos.

No caso de índices e indicadores ambientais estes são utilizados para se obter uma visão da qualidade ambiental e dos recursos naturais, das tendências de desenvolvimento e dos progressos em direção a um desenvolvimento sustentável.

O Sistema de Indicadores de sustentabilidade será criado como parte de uma metodologia que visa avaliar continuamente a condição ambiental no município de Barcarena. Tal condição varia com o processo produtivo do uso do solo e com as políticas públicas. A capacidade de gerar dados e de analisar a realidade ambiental deve tornar-se cada vez mais completa e fiel às transformações ambientais ocorridas. O fato de não termos possibilidade, hoje, de analisar a totalidade das transformações, não deve servir de

pretexto para deixar de ponderar fatores quantificáveis e passíveis de gerar uma melhor compreensão sobre as conseqüências ambientais do desenvolvimento econômico. Os Indicadores de sustentabilidade refletem, assim, a capacidade atual de análise ambiental das instituições envolvidas.

### METODOLOGIA

Este projeto foi desenvolvido em diversas fases, constando dos seguintes procedimentos metodológicos para efetivação da pesquisa.

- Levantamento bibliográfico;
- Pesquisa de documentos em diversos órgãos (AMBAT, CPRM, DNPM, IBAMA, IBGE, ITERPA, SECTAM) com intuito de obter dados primários e secundários;
- Elaboração da pesquisa de campo na área em estudo, visando à realização de entrevistas semi-abertas com diferentes poderes locais. Por conseguinte, iremos identificar e classificar os diferentes tipos de degradações ambientais através do uso do solo e o manejo dos recursos;
- Preparação e levantamento fotográfico da área em questão visando a um estudo comparativo dos indicadores ambientais, para evidenciarmos a poluição dos rios, áreas desmatadas e as queimadas e áreas com processo erosivo;
- Sistematização e correlação dos dados coletados;
- Elaboração dos resultados e discussões.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os Resultados versarão sobre a qualidade das condições sócio-ambientais, de forma a proporcionar um perfil das mudanças sócio-econômicas e físico-ambientais que afetam as condições de vida locais.

### INDICADORES FÍSICOS-AMBIENTAIS

O Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para Barcarena, aqui chamado de (SISBar) consiste na agregação analítica e gráfica dos indicadores, através de sua média aritmética, de forma a se obter um índice de sustentabilidade que varia de 0 a 1 com os seguintes níveis de sustentabilidade, em ordem crescente de sustentabilidade, com a respectiva faixa numérica:

Nível de Sustentabilidade	Faixa*
Insustentável	0,00 a 0,25
Potencialmente insustentável	0,25 a 0,50
Intermediário	0,50 a 0,70
Potencialmente sustentável	0,70 a 0,85
Sustentável.	0,85 a 1,00

*\*para efeito prático o limite superior das classes vai até o centesimal imediatamente inferior à classe subsequente.*

### DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS

Este índice avalia a forma como é realizado a disposição e o tratamento final dos resíduos de origem urbana e industrial gerados no município.

Considera-se uma situação ideal a disposição e/ou o tratamento segundo as recomendações técnicas de proteção sanitária e ambiental e uma situação péssima a inexistência do atendimento a essas recomendações.

Assim, adotam-se os seguintes valores para os indicadores parciais, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1 - Indicador e tipo de disposição.**

Disposição e/ou tratamento	Indicador
Inexistência	0
Lixão	0.1
Aterro Controlado	0.5
Aterro Sanitário	0.8
Aterro Industrial	1,0
Incineração	1,0

Reciclagem	1.0
------------	-----

O valor final do indicador é ponderado pela quantidade de resíduo de determinado tipo em relação à quantidade total gerada no Município. O cálculo do indicador será feito pelo somatório das ponderações dos índices parciais do indicador, segundo a importância que ele representa no total. Para o resíduo industrial o aterro industrial é considerado a melhor situação e para o séptico é a incineração, estas informações são listadas na Tabela 2.

**Tabela 2 – Tipo de disposição de resíduos.**

Tipo de resíduo	Quantidade (%)	Fator de peso	Resultado Índice Parcial
Doméstico	46.68	0,5	23.34
Industrial	21.37	0,5	10.68
Entulho	5.91	0,5	2.97
Público	14.78	0,5	7.39
Comercial	2.87	0,5	1.43
Séptico	0.1	0,5	0,05
Esgoto	3.42	0.5	1.71
Reciclado	4.87	1	4.87
<b>Total</b>	100		52.39

TOTAL = 52,3 , o que equivale a um valor **0,52** para o Indicador de Disposição de Resíduos Sólidos.

### COBERTURA FLORESTAL

Cobertura Florestal e Uso do Solo: avalia quantitativamente a cobertura florestal, representada pela superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do município. Esta análise, para ser completa, deve considerar, quantitativamente e qualitativamente,

elementos importantes como: unidades de conservação, áreas propícias à retirada da cobertura e áreas impróprias a este fim (áreas de risco), matas ciliares e a relação entre matas nativas e exóticas.

A cobertura do solo pela vegetação representa proteção ao meio ambiente. Uma série de benefícios podem ser listados quando se tem cobertura do solo pela vegetação, tais como: habitat para fauna, proteção contra erosão do solo, condicionamento microclimático, benefícios paisagísticos, dentre outros.

A quantidade de superfície do município coberta por vegetação, representa, portanto, benefícios ambientais. Em relação aos diferentes tipos de vegetação existentes, a vegetação nativa representa melhor condição que a vegetação exótica, enquanto que em relação ao porte, a vegetação de maior porte também protege mais que vegetação de pequeno porte. Para medir a quantidade e a qualidade da cobertura vegetal no município de Barcarena, foi criado o indicador cobertura vegetal, o qual representa a quantidade de superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do Município.

O Indicador Cobertura Vegetal é expresso em porcentagem de terra coberta por florestas em relação à superfície total do Município. Este indicador foi obtido através da interpretação de imagem de satélite LANDSAT-TM dentro do ambiente SPRING, seguindo-se metodologia de interpretação de dados de uso do solo.

A interpretação foi realizada utilizando-se o ambiente Spring, um sistema que permite montar um processo de amostragem de classes de uso/cobertura do solo com base em informações visuais e radiométricas, para posterior interpretação da imagem de forma automática. A interpretação realizada para o ISBar pode ser enquadrada como básica, necessitando de ajustes e melhorias, já que o tempo necessário para um tratamento completo da imagem e obtenção do máximo de informações necessita de mais tempo e maior checagem de campo.

Em relação ao ISBar, algumas melhorias foram implementadas, principalmente em relação ao processo de interpretação/classificação da imagem, o qual foi realizado com maior acuracidade devido

ao melhor processamento de contraste sobre a imagem.

Para garantir a autenticidade em relação ao método utilizado no ISBar, o mesmo método foi aplicado também àquelas informações. Desta forma foi possível controlar problemas observados no método anteriormente aplicado. As diferenças mostram que no SISBar, o reflorestamento e vegetação secundária em estágio avançado foram incluídas na mesma classe.

Para o SISBar foram utilizadas as seguintes classes de uso/cobertura do solo:

- Áreas urbanizadas (áreas urbanas, cidade, estradas e movimentos do solo);
- Pastagem e Agricultura (áreas cobertas por pasto sujo e pasto limpo e áreas agrícolas com culturas de pequeno porte);
- Rios e Águas (superfícies cobertas por água: rios, lagoas, açudes, etc.);
- Vegetação arbórea (áreas cobertas por vegetação de porte considerado arbóreo);
- Reflorestamento (áreas cobertas por plantações florestais com espécies predominantemente exóticas).

Os resultados são mostrados na Tabela 3. Destaca-se, portanto, a quantidade de vegetação arbórea apresentada pelo município, o que demonstra a situação bastante preocupante em relação à cobertura vegetal. É importante ressaltar, contudo, que esta classe engloba todos os tipos de vegetação arbórea existente, inclusive reflorestamento, já que o método precisa ser apurado para permitir identificar e separar subclasses, tais como reflorestamento e estágios sucessionais da vegetação nativa. De qualquer forma os resultados são bastante interessantes, mostrando as possibilidades de avanços futuros do método.

**Tabela 3 – Classes de Uso do Solo.**

CLASSE DE USO	Km2	%
Áreas Urbanizadas	69,22	13.44
Pastagem /Agricultura	72,02	13.99
Rio / Águas	4,04	0,78
Reflorestamento	2,45	0,48

Vegetação nativa em estágio inicial, médio ou avançado	367,11	71.30
Total	514,91	100,00

O Indicador, como sendo o percentual da superfície do município coberta por vegetação arbórea (classes reflorestamento e vegetação nativa em estágio médio, inicial ou avançado), está entorno de 40,78%, o que, transformado para uma escala de 0 a 1, representa 0,41.

O Indicador, nas edições futuras deve sofrer várias melhorias. Como pode ser observado, o indicador não contempla a qualidade da cobertura vegetal. Uma das melhorias consiste na inserção de pesos diferenciados por tipo de cobertura do solo. Maiores pesos para tipos de cobertura que protegem melhor o solo. Isto permitirá avaliar melhor a condição da vegetação e evitar que reflorestamento receba o mesmo valor que mata primária.

## CONCLUSÕES

Para a agregação dos dados em um Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para Barcarena – SISBar, os indicadores foram considerados como tendo o mesmo peso estatístico dentro de seus respectivos eixos. Foram criados, então, 5 campos de sustentabilidade em uma escala de 0 a 1, sendo zero a situação insustentável e 1 a situação sustentável.

Os campos criados correspondem a (Insustentável, Potencialmente Insustentável, Insustentável, Intermediário, Potencialmente Sustentável e Sustentável). A Tabela 4 apresenta um resumo com todos os indicadores e o resultado final de cada um.

**Tabela 4 – Resumo dos Indicadores**

INDICADORES FÍSICOS-AMBIENTAIS	VALOR
Disposição de resíduos sólidos	0,52
Indicadores de Cobertura vegetal e efeitos erosivos	0,40
<b>MÉDIA</b>	<b>0,425</b>

INDICADORES AMBIENTAIS	VALOR
Índice de resíduos sólidos	0,61
Cobertura florestal e erosão	0,72
<b>MÉDIA</b>	<b>0,665</b>
<b>ÍNDICE SUSTENTABILIDADE PARA BARCARENA</b>	<b>0,65</b>

O resultado mostra Barcarena em uma situação "Intermediária".

Alguns resultados mostram uma realidade bastante negativa, contribuindo para que seja feita uma melhoria do índice. Dentre eles temos a cobertura florestal, que alcança aproximadamente 40% do município, embora não tenha, ainda, sido possível diferenciar os estágios sucessionais da vegetação, apesar de uma pequena evolução apresentada. Este indicador coloca Barcarena em uma das situações mais desconfortáveis (senão a mais preocupante) em relação à preservação da biodiversidade na região do Baixo Tocantins.

O indicador de resíduos sólidos deverá apresentar melhoria significativa somente com o aumento da coleta seletiva de resíduos e da entrada em operação de novos aterros sanitários.

Deve-se perceber, entretanto, que há uma involução de 0,65 para 0,50 demonstrando que a política ambiental implementada em Barcarena ainda não conseguiu o seu objetivo que é o de elevar a sustentabilidade do município.

Possivelmente, com o equacionamento da disposição de resíduos sólidos e mantendo-se, ou até melhorando-se os outros indicadores, poder-se-á chegar ao nível "potencialmente sustentável".

Conclui-se então que a função de planejamento no município anda a deriva. Hoje ele existe basicamente para preparar a peça orçamentaria, enquanto que diariamente o "Plano Diretor" recebe alterações *ad hoc* que transformam numa "concha de retalhos", as quais são feitas atendendo meramente aos interesses especulativos e desconsideram

completamente a fragilidade dos limites sócio-ambientais.

A pesar de deteriorização da vida com qualidade para as maiorias, não resta dúvida que Barcarena ainda detém aspectos singulares que a transformam num espaço onde ainda se pode viver relativamente bem.

Entretanto o atual modelo de desenvolvimento adotado, está nos levando á ultrapassar um limiar perigoso e irreversível, e isto não está sendo detectado pelos tradicionais indicadores que orientam as políticas públicas.

Nossa proposta procura consolidar uma perspectiva nova que articule os processos de fortalecimento da cidadania simultaneamente com a construção de indicadores locais, configurados para conjugar os campos físicos-ambientais e sócio-econômica com o ambiental ( uma visão articulada a sociedade – meio ambiente ), nos possibilitando um acompanhamento mais sensível e qualitativo do caminhar da sociedade.

A construção de indicadores locais com a perspectiva por nós proposta e praticamente inédita, e mesmo que ainda e um tema de fronteira, o que traz problemas de metodologia e de carência de bibliografia e de aridez em encontrar outros interlocutores com os quais possamos compartilhar nossas dificuldades técnicas.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R; CASTRO, E. (1986/1987). Estado e Poder Local: Dinâmicas das Transformações na Amazônia Brasileira. In: Pará Desenvolvimento nº 20/21.
- BAÉTA, A. M. C. (1989). Administração Municipal e Descentralização Política: notas para uma discussão. In: Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro, v 23, nº 4, agosto/outubro, pp. 100-3.
- CASTRO, Edna e AZEVEDO, Rosa M. (1992) Estado e Poder Local. IHEAL. Paris França. 1992.
- CASTRO. I. E. de. (1992) O Mito da Necessidade. Rio de Janeiro Ed. Bertrand Brasil.
- COELHO. M. C. N. (1994) Desenvolvimento Sustentável, Economia Política do Meio Ambiente e Problemática Ecológica. In: D'INCAO, M. & SILVEIRA, I.M.(Orgs.) A Amazônia e a Crise da Modernização.

Belém, Museu Paraense Emílio Gueldi. P p.381-387.

COELHO, M. C. N. (1999) Política e Gestão Ambiental Integrada dos Recursos Minerais na Amazônia e no Pará. Belém: mimeo. (Relatório apresentado à Fundação FORD).

FISHER, T. (1992) Poder Local: Um Tema em Análise. In: Ver. Adm. Publ.,26(4). Pp. 105-113.

\_\_\_\_\_. (1991) O Poder Local no Brasil: Temas de Pesquisas e Desafios da Transição. In: Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro. 25.n.2. abr./jun. pp.86-92.

LEI AMBIENTAL DO ESTADO DO PARÁ, Lei nº 5.887 de 1995. Diário Oficial do Estado do Pará, 11 de maio de 1995.

MARTINELLI, Marcelo (1994). Cartografia Ambiental: uma cartografia diferente. In: Revista do Departamento de Geografia. Nº 7. São Paulo: EDUSP.pp. 1-17

