

## Construção de uma matriz de indicadores para diagnóstico ambiental e sua aplicação em comunidade inserida em Área de Proteção Ambiental (APA)

Luana Borba Teixeira de Carvalho<sup>1</sup>, Lilyanne Rocha Garcez<sup>2\*</sup>, Erimar Pontes Santiago<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Civil, Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

<sup>2</sup>Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Materiais, Professora da Universidade Federal do Amazonas, Brasil. (\*Autora correspondente: lilyannegarcez@gmail.com)

<sup>3</sup>Mestre em Engenharia Civil, Professor da Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 16/07/2020 – Revisado em: 26/07/2020 – Aceito em: 22/08/2020

### RESUMO

Os indicadores são, normalmente, os primeiros e mais básicos instrumentos para a análise do desenvolvimento urbano e infraestrutura de uma sociedade. Eles podem ser vistos como uma ferramenta analítica de avaliação, fornecendo inclusive informações sobre as condições e tendências ao desenvolvimento sustentável da localidade. Nesse contexto, este estudo objetivou a identificação, elaboração e aplicação de uma matriz de indicadores com vistas ao diagnóstico ambiental de comunidades inseridas em Área de Proteção Ambiental, para avaliação de impactos socioambientais que permitam mensurar a eficácia e a efetividade dos programas de desenvolvimento urbano e do saneamento ambiental. A metodologia envolveu inicialmente a escolha e caracterização de áreas inseridas na região do Tarumã, em Manaus/AM e paralelamente foram selecionados indicadores ambientais relacionados à realidade da área de estudo. Posteriormente, utilizou-se do modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) para avaliação do potencial e limitações de cada indicador com base na matriz construída. Nos resultados buscou-se o levantamento de dados a partir de fontes oficiais e conjecturais e visitas de campo para mensuração dos indicadores, bem como suas interferências socioambientais ao longo dos anos. A matriz contemplou trinta e seis indicadores ambientais, dentre os quais foram selecionados vinte e seis a partir da definição de conceitos, de unidades de medição e classificação adotadas para a mensuração frente aos recortes de disponibilidade de dados, geração, composição e interpretação de ciclos aplicados e parcialmente aplicados. Com os resultados obtidos atestou-se que a área passou por várias modificações no que tange a habitação e infraestrutura, onde o crescimento no número de domicílios e a incorporação de novas áreas artificializadas no processo de expansão urbana desordenada são as fontes ou prováveis fontes da degradação do meio ambiente e da não universalização e regularidade na prestação dos serviços de saneamento básico.

**Palavras-Chaves:** Indicadores ambientais, Infraestrutura urbana, Modelo PEIR.

## Construction of Indicators for Environmental Diagnosis and Application in Communities Inserted in Environmental Protection Area

### ABSTRACT

Indicators are usually the first and most basic instruments for analyzing a society's urban development and infrastructure. They are verified as an analytical assessment tool, even providing information on conditions and trends for sustainable development in the locality. In this context, this study aimed at the identification, elaboration and application of a matrix of indicators with a view to the environmental diagnosis of communities inserted in the Environmental Protection Area, for the evaluation of social and environmental impacts that allow measuring the effectiveness and effectiveness of urban development programs and environmental sanitation. The methodology initially involved the selection and characterization of areas inserted in the Tarumã region, in Manaus / AM, and in parallel, environmental indicators related to the reality of the study area were selected. Subsequently, the Pressure-State-Impact-Response (PEIR) model was used to evaluate the potential and limitations of each indicator based on the constructed matrix. The results sought to collect data from official and conjectural sources and field visits to measure the indicators, as well as their socio-environmental interference over the years. The matrix included thirty-six environmental indicators, among which twenty-six were selected from the definition of concepts, units of measurement and classification adopted for measurement against the cut-outs of data availability, generation, composition, and interpretation of applied cycles. and partially applied. The results show that the area has undergone several changes in housing and infrastructure, where the growth in the number of households and the incorporation of new

artificial areas in the disorderly urban expansion process are the sources or probable sources of degradation environment and non-universalization and regularity in the provision of basic sanitation services.

**Keywords:** Environmental indicators, Infrastructure, PEIR Model.

## 1. Introdução

Um processo acelerado de urbanização promove grande concentração da população e, conseqüentemente, gera a metropolização de grandes cidades brasileiras. Partindo do pressuposto de que o crescimento urbano e a expansão das cidades devam ser alinhados à amplificação do alcance e do acesso a todas as infraestruturas necessárias para uma qualidade de vida satisfatória, torna-se imprescindível o esforço de, ao se proporcionar a urbanização, atentar também para a geração de impactos sociais e ambientais, de forma a minimizá-los por meio de um eficaz processo de planejamento e ordenação territorial.

Em estudo realizado em Manaus, Jesus e Aguiar (2011) tiveram como recorte o bairro do Tarumã, na zona Oeste, o qual está localizado na Área de Proteção Ambiental (APA) Tarumã/Ponta Negra e na microbacia hidrográfica do Tarumã-Açu. Constatou-se que há uma ameaça silenciosa naquele território pela expansão do mercado imobiliário, refletindo em uma ocupação de enorme segregação entre os condomínios de luxo e as ocupações não planejadas, gerando uma discriminação espaço-social.

O Conjunto Parque Riachuelo II está localizado no bairro do Tarumã e teve sua expansão inicial de forma não planejada e desordenada, o que resultou em grandes modificações no meio ambiente aliado à falta de infraestrutura oferecida para a população. Contudo, pela perspectiva de ser um projeto de crescimento da gestão municipal e estadual, atualmente a área está dividida em várias realidades diferentes, por consequência de ações de intervenção do Poder Público. Dentro da área também estão inseridos loteamentos de condomínios de luxo, bem como um conjunto habitacional nomeado “Conjunto Cidadão X”, que compreende a realidade de uma construção planejada e executada pela Prefeitura de Manaus, com o intuito de assegurar moradia para uma população de baixa renda.

Nesse contexto, o intuito desta pesquisa é identificar indicadores e analisar aspectos ambientais que possam estabelecer base para avaliação de efeitos de intervenção de saneamento, melhorando os impactos deles oriundos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida, além de ser uma ferramenta para busca de soluções e trazer como contribuição um referencial teórico metodológico, o qual orienta a construção e escolha de um conjunto de indicadores que abrangem os diversos aspectos do fenômeno avaliado. Portanto, este estudo objetivou a identificação, elaboração e aplicação de uma matriz de indicadores com vistas ao diagnóstico ambiental da área do Parque Riachuelo II e do Conjunto Cidadão X, inseridos no bairro Tarumã, para avaliação de impactos socioambientais que permitam mensurar a eficácia e a efetividade dos programas de desenvolvimento urbano e do saneamento ambiental.

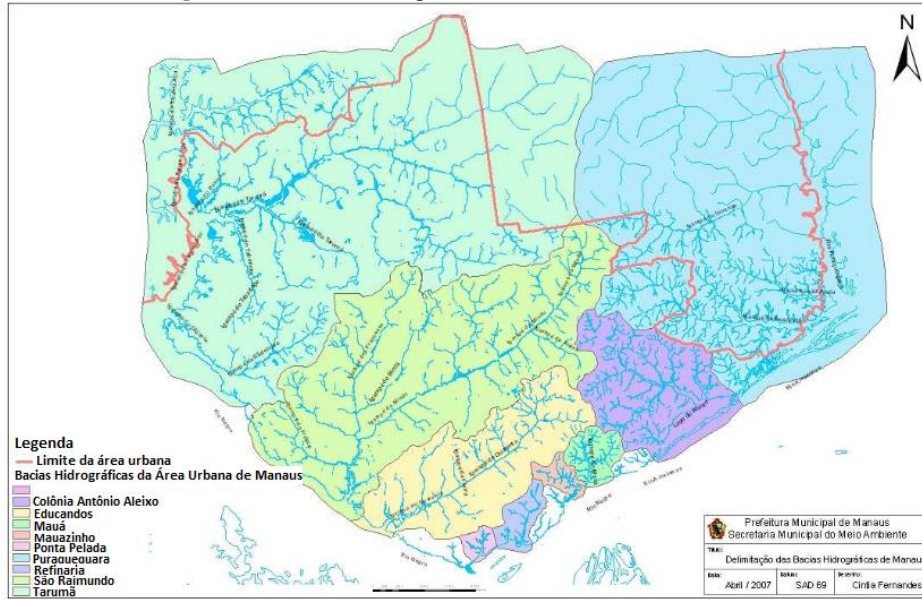
### 1.1. Área de estudo

A cidade de Manaus encontra-se assentada em um complexo sistema hídrico formado por quatro grandes bacias hidrográficas, sendo: São Raimundo, Puraquequara, Educandos e Tarumã. A bacia hidrográfica do Tarumã está localizada na zona Norte e Oeste de Manaus e abrange os rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu. Nesta área localizam-se: a APA do Tarumã, APA do Rio Negro Setor Sul, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé, Reserva Florestal Adolpho Ducke, o Parque Estadual Rio Negro setor Sul e o Assentamento Tarumã Mirim (Bühning, 2010). A microbacia hidrográfica Tarumã-açu (Figura 1) tem apresentado impactos em consequência da expansão urbana e implantação de eixos rodoviários e pequenas estradas de acesso às áreas, onde ocorrem ocupações ilegais de terras, desmatamento irregulares, instalação de construções às margens dos igarapés, descarga de esgotamento sanitário e eliminação da cobertura vegetal ciliar (Oliveira, Bringel & Silva, 2009; Silva, Carneiro & Costa, 2007).

O Parque Riachuelo II não é reconhecido oficialmente pela Prefeitura, sendo parte integrada do bairro Tarumã. Surgiu em 1997, em decorrência da invasão de terras e vem se tornando um dos maiores projetos de crescimento da gestão municipal e estadual, com população estimada de 4.259 habitantes (IBGE, 2010). Por

sua vez Conjunto Cidadão X está situado na Área de Especial Interesse Social (AEIS) Conjunto Habitacional Cidadão X, na Estrada do Tarumã. Conforme a Relação Geral dos Conjuntos da Superintendência Estadual de Habitação (SUHAB), o Cidadão X é um programa habitacional que foi executado durante quatro anos (período de 2010 a 2014).

**Figura 1 –** Bacias hidrográficas da área urbana de Manaus.



**Fonte:** Adaptado de Macena e Costa, 2012.

### 1.2. Modelo: Pressão – Estado – Impacto– Resposta (PEIR)

Uma matriz de indicadores de modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) busca estabelecer um vínculo lógico entre seus diversos componentes que pode ser materializado a partir de “ciclos”, de forma a orientar a avaliação do estado do meio ambiente, desde os fatores que exercem pressão sobre os recursos naturais (os quais podem ser entendidos como as “causas” do seu estado atual, podendo consistir nas pressões diretas que a sociedade exerce sobre o ambiente), passando pelo estado atual do meio ambiente (“efeito” frente às pressões e respostas exercidas pela sociedade) e pelos impactos deste efeito sobre o meio (consequências decorrentes do estado do ambiente), até as respostas (reações) que são produzidas para enfrentar os problemas ambientais em cada localidade (Ferraz *et al.*, n.d.; PNUMA, 2003).

Logo, com uma matriz de indicadores é possível fornecer os meios para estruturar os conjuntos de indicadores de modo que facilite a sua interpretação, garantindo que todos os aspectos sejam levados em consideração, além de poder auxiliar na compreensão de como diferentes questões estão inter-relacionadas. Mediante a isto, vale destacar a necessidade de um levantamento de dados para avaliação de impactos socioambientais que permita mensurar a eficácia e a efetividade dos programas de desenvolvimento urbano.

## 2. Métodos Utilizados

### 2.1. Seleção dos indicadores ambientais e construção e aplicação da Matriz PEIR

A metodologia utilizada para definição dos indicadores teve como base o Projeto GEO Cidades e a metodologia integrada PEIR, além da adaptação das metodologias de publicações científicas – Conceição (2014); Falcão e Gómez (2011); Feistauer *et al.*, (2017); Ferraz *et al.* (n.d.).

Segundo Dornelles (2007), o GEO Brasil lançado em 2002 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), contém 141 (cento e quarenta e um) indicadores ambientais propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Este relatório apresentou um panorama geral da pressão, do estado, do impacto, das respostas, dos cenários e das recomendações para a questão ambiental no Brasil, embasado nos seguintes temas: biodiversidade, solos, subsolos, recursos hídricos, florestas, atmosfera, ambientes marinhos e costeiros, recursos pesqueiros, desastres ambientais, áreas urbanas e industriais, e de saúde e meio ambiente (Conceição, 2014).

Primeiramente, procurou-se caracterizar a área do Parque Riachuelo II na escala espacial, temporal, características socioambientais e em relação à Legislação Ambiental. Com essas informações, foi possível definir pontos críticos (Quadro 1), inerentes à localização do conjunto, aos recursos naturais em seu entorno e aos aspectos sociais e culturais, que servem para identificar as vulnerabilidades da área.

**Quadro 1** – Definição de pontos críticos do Parque Riachuelo II e do Conjunto Cidadão X, no bairro Tarumã

CARACTERIZAÇÃO	PONTOS CRÍTICOS
Estar inserido dentro de uma Área de Proteção Ambiental	Dano em floresta considerada de preservação, mesmo que em formação.
	Corte de árvores em floresta considerada de preservação.
	Impedir ou dificultar a regeneração natural de florestas de áreas de preservação.
	Desmate, destruição, dano ou queima na área de preservação.
	Exploração não autorizada na área de preservação.
Estar inserido dentro da microbacia hidrográfica Tarumã-açu	Atividades turísticas.
	Corpos hídricos no entorno.
	Corpos hídricos cortando o bairro.
Conjunto habitacional	Contaminação das águas.
	Infraestrutura.
	Expansão urbana.
	Negligência da atuação/fiscalização do poder público.
	Danos aos ecossistemas.
	Programas de educação ambiental.

Fonte: Próprios autores.

Visando a triagem de um elenco de indicadores finais para a área estudada voltados ao diagnóstico ambiental e legitimação, foram utilizados questionamentos-chave:

- a) *O indicador possui expressão local e potencial de espacialização frente à caracterização da realidade da área analisada?* Somente os indicadores com respostas afirmativas (sim) foram considerados, balizando-os para os questionamentos dois e três, uma vez que os com respostas negativas (não), por possuírem um caráter totalitário, não ofereceram a possibilidade de desagregabilidade das informações

- gerais em estratos da infraestrutura sanitária e das questões ambientais.
- b) *O indicador atende diretamente ao tema?* Os indicadores com respostas afirmativas foram aqueles que apresentaram feições e processos diretamente para avaliação de assentamentos urbanos com fenômenos correlacionados aos temas saneamento e meio ambiente.
- c) *O indicador é transversal ao tema?* Os indicadores com respostas afirmativas foram aqueles representativos de questões relacionadas ao saneamento e meio ambiente, porém não especificamente destinados à avaliação de ambientes urbanos.
- d) *O indicador pode ser classificado frente ao modelo PEIR?* Para os indicadores com respostas afirmativas, pôde-se realizar uma associação prévia entre as dimensões e suas condicionantes aos componentes da matriz PEIR, sendo que as questões associadas às pressões foram observadas no grupo de indicadores ligado às dimensões social e econômica; as referentes ao estado e impacto, em sua maioria, vinculadas à dimensão ambiental; sendo as representativas das respostas mais voltadas para a dimensão institucional.

Assim, os indicadores ambientais foram escolhidos em função desses pontos críticos e com base em alguns critérios como: relevância política/utilidade à gestão ambiental, consistência analítica, mensurabilidade, fácil compreensão, confiabilidade (fontes oficiais), disponibilidade de dados e caráter desafiador (perspectiva futura) (Dornelles, 2007). A partir do entendimento da lógica em que as dimensões sociais, econômicas, ambientais e institucionais estão vinculadas, visou-se a seleção de um conjunto final de indicadores, a partir da composição de ciclos PEIR. Para a construção da matriz, os indicadores foram agrupados frente ao modelo PEIR segundo a similaridade de seus objetivos de representação, levando em consideração a sequência lógica do modelo, como:

- Indicadores de Pressão: devem estar associados principalmente à avaliação quanto à função ambiental, admitindo-se vínculo ainda com questões relativas ao funcionamento do sistema de saneamento básico;
- Indicadores de Estado: relacionam-se, predominantemente, às questões relativas à avaliação quanto às realidades sanitárias e ambientais;
- Indicadores de Impacto: representativos de situações quanto ao nível de preservação dos recursos naturais e impactos na população, observando assim uma diversidade de indicadores quanto à classificação de condicionantes da dimensão ambiental;
- Indicadores de Resposta: se refere à abrangência de instrumentos, metodologias e políticas que podem atuar sobre o município e, principalmente, sobre a área, em relação às funções sanitárias e ambientais, de maneira corretiva ou preventiva.

Procedeu-se à uma primeira listagem de indicadores (Quadro 2) em potencial à avaliação do conjunto, onde esses indicadores foram organizados frente às dimensões social, econômica, ambiental e institucional (Conceição, 2014; Pereira, 2017).

**Quadro 2** – Primeira lista de indicadores baseado nos aspectos sociais, econômicas, ambientais e institucionais.

DIMENSÃO	Indicador
SOCIAL	Taxa de crescimento da população
	Densidade demográfica
	Distribuição da população entre os espaços rurais e urbanos
	Adequação de moradia
	Percentual de população residente em área de ocupação irregular

DIMENSÃO	Indicador (continuação)
<b>SOCIAL</b>	Percentual de população residente em área de invasão
	Acesso à infraestrutura
	Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado
	Incidência de doenças por veiculação hídrica
<b>ECONÔMICA</b>	Exploração mineral e Recuperação de áreas degradadas por mineração
	Atividade turística
	Fertilidade do solo para agricultura
<b>AMBIENTAL</b>	Drenagem
	Disponibilidade hídrica e/ou escassez de água
	Qualidade da água de abastecimento
	Relação entre demanda e oferta de água
	Consumo de água
	Contaminação e uso das águas superficiais (caracterização)
	Porcentagem da população com acesso à rede geral de abastecimento de água
	Domicílios com acesso a rede geral de água
	Percentual de domicílios com e sem acesso à rede geral de esgoto
	Percentual de domicílios com poço ou nascente
	Volume coletado de esgoto doméstico
	Volume total de águas residuais domésticas não tratadas
	Destinação de águas residuárias e pluviais
	Lançamento de poluentes sobre os recursos hídricos
	Impactos gerados pelo turismo
	Contaminação hídrica
	Porcentagem da população com acesso a coleta de lixo (área urbana e rural)
	Coleta seletiva de lixo
	Acesso a cooperativas/associação de catadores de material reciclável
	Geração de resíduos sólidos (quantidade)
	Destino da coleta de lixo
	Sítios contaminados
	Áreas danificadas por incêndios florestais e queimadas
	Número de focos de calor / queimadas
	Desmatamento e Taxa média de desmatamento anual
	Perda de biodiversidade
	Cobertura vegetal nativa
	Reflorestamento de áreas desmatadas
	Áreas protegidas
	Uso do solo
	Percentual de áreas degradadas
Recuperação de áreas degradadas	

<b>DIMENSÃO</b>	<b>Indicador (continuação)</b>
<b>AMBIENTAL</b>	Proximidade de aglomerados urbanos às unidades de conservação
	Percentual de cobertura vegetal
	Percentual de áreas de risco ocupadas
	Áreas de risco de inundação e escorregamento
	Incidência de inundações
	Erosão e assoreamento dos corpos hídricos
<b>INSTITUCIONAL</b>	Plano diretor urbano
	Comitês de bacias hidrográficas
	Município com estrutura na área de meio ambiente
	Recursos financeiros para o meio ambiente
	Fiscalização Ambiental
	Licenciamento Ambiental
	Autuações por crimes ambientais
	Investimento em gestão de resíduos sólidos
	Investimento em sistemas de abastecimento de água e esgotos sanitários
	Educação Ambiental

**Fonte:** Próprios autores

Visando a triagem de um elenco de indicadores finais para a área de estudo, observou-se uma associação prévia entre as dimensões e os componentes da matriz PEIR. As questões associadas às pressões foram observadas no grupo ligados às dimensões social e econômica; as referentes ao estado e impacto, em sua maioria, vinculadas à dimensão ambiental; e as representativas das respostas mais voltadas para a dimensão institucional.

Referente à estrutura de apresentação do conjunto final de indicadores e seus resultados, estes foram vinculados a distintos ciclos PEIR aplicados, denominados os ciclos que abarcam seus quatro indicadores (pressão, estado, impacto e resposta) efetivamente mensurados; e ciclos PEIR parcialmente aplicados os que abarcam no mínimo um de seus indicadores com potencial para mensuração, ou seja, não quantificados, mas que trazem informações gerais e não especializadas, sustentando a sua relevância junto ao ciclo.

Para a construção da matriz, os indicadores foram agrupados frente ao modelo PEIR segundo a similaridade de seus objetivos de representação e levando-se em consideração a sequência lógica do modelo.

Os indicadores de Pressão foram associados à avaliação quanto à função ambiental, admitindo-se questões relativas ao funcionamento do sistema de saneamento básico; os de Estado relacionaram-se à avaliação quanto às realidades sanitárias e ambientais; os de Impacto foram representativos de situações quanto ao nível de preservação dos recursos naturais e impactos na população; e os de Resposta se referiram à abrangência de instrumentos, metodologias e políticas que podem atuar sobre o município e sobre a área, em relação às funções sanitárias e ambientais, de maneira corretiva ou preventiva.

Nos casos dos indicadores efetivamente mensurados, priorizaram-se dados coletados em órgãos públicos do município, conhecimentos adquiridos em visitas ao conjunto e à Associação de Moradores. Os demais indicadores, com potencial para mensuração, vinculados aos ciclos parcialmente aplicados, encontram-se nesta condição devido a não disponibilidade de dados suficientes.

### 3. Resultados

#### 3.1. Indicadores selecionados

A matriz de indicadores construída para a realização do diagnóstico das condições ambientais, abrangendo também questões sanitárias, possui um elenco de 36 (trinta e seis) indicadores distribuídos entre os componentes do modelo PEIR (Quadro 3). Com base nesse conjunto de indicadores foram selecionados 26 (vinte e seis) para a geração, composição e interpretação dos ciclos aplicados a área de estudo, devido suas características peculiares.

**Quadro 3** – Matriz de indicadores de avaliação integrada (PEIR) para o diagnóstico ambiental no Conjunto Cidadão X, diretamente e transversalmente ligados ao tema.

INDICADORES			
PRESSÃO	ESTADO	IMPACTO	RESPOSTA
Crescimento do número de domicílios	Adequação / inadequação de moradias	Áreas críticas de inundações	Plano Diretor Urbano Municipal
Densidade demográfica	Uso do solo	Incidências de incêndios florestais e queimadas	Município com estrutura na área de meio ambiente
Redução da cobertura vegetal	Cobertura vegetal nativa	Desmatamento	Áreas protegidas
Estabelecimentos industriais que exercem atividades potencialmente poluidoras	Limpeza Urbana	Sítios contaminados	Recuperação de áreas degradadas
Acesso à infraestrutura de abastecimento de água	Drenagem	Incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado	Fiscalização ambiental
Acesso à infraestrutura de coleta de resíduos	Infraestrutura do sistema de abastecimento	Perda de biodiversidade	Município com estrutura na área de saneamento
Acesso à infraestrutura de esgotamento sanitário	Volume de resíduos sólidos coletados	Lançamento de poluentes sobre os recursos hídricos	Coleta seletiva de lixo
Destinação/Disposição dos resíduos sólidos	Infraestrutura de serviços de esgotamento sanitário	Falhas no sistema de abastecimento de água	Existência/Parceria com Associações e Cooperativas de catadores
Destinação de águas residuais e pluviais	Caracterização dos corpos hídricos	Contaminação e degradação hídrica	Educação ambiental

Fonte: Próprios autores.

Os indicadores destacados no Quadro 3 são que não compõem nenhum dos ciclos PEIR gerados, ou seja, referentes à pressão: densidade demográfica e redução da cobertura vegetal; ao estado: adequação/inadequação de moradias, cobertura vegetal nativa, volume de resíduos sólidos coletados e caracterização dos corpos hídricos; ao impacto: áreas críticas de inundações, incidências de incêndios florestais



e queimadas e perda de biodiversidade; e a resposta: recuperação de áreas degradadas. Tais indicadores não são cabíveis de quantificação por não possuírem banco de dados ou informações gerais considerando o prazo previsto de realização das atividades, logo, não sustentam a sua relevância junto aos ciclos criados para o conjunto. Contudo, definiram-se seus conceitos e suas unidades de medição e classificação frente às possibilidades de sua efetiva mensuração no futuro e criação de novos ciclos (Quadro 4).

**Quadro 4** – Informações básicas sobre os indicadores não mensurados

<b>INDICADOR</b>	<b>CONCEITO</b>	<b>UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS</b>
Densidade demográfica*	Expressa pela relação entre a população e a superfície do território.	Habitantes / quilômetro quadrado.
Redução da cobertura vegetal*	Consiste na redução da área ocupada por floresta ou outro tipo de vegetação natural.	A área de florestas ou outros tipos de vegetação natural, desflorestada em período de tempo.
Adequação / inadequação de moradias**	Consiste em avaliar as condições de moradias. São adequados os domicílios que atendam, simultaneamente, aos critérios: densidade de até dois moradores por dormitório; coleta de lixo direta ou indireta por serviço de limpeza; abastecimento de água por rede geral; e esgotamento sanitário por rede coletora ou fossa séptica (IPP, 2005; IBGE, 2012).	Nº (%) de moradias regulares/irregulares
Cobertura vegetal nativa**	Consiste em áreas ocupadas por florestas ou outros tipos de vegetação natural.	Para seu cálculo obtém-se a área de florestas ou outros tipos de vegetação natural.
Volume de resíduos sólidos coletados**	Expressa a quantidade de resíduo gerado na área de estudo.	Volume (metros cúbicos) de resíduo gerado no conjunto.
Caracterização dos corpos hídricos**	Refere-se às características dos corpos hídricos da região que o conjunto está inserido.	Nº de corpos hídricos na região, utilização da capacidade hídrica da bacia e quais efeitos degradante ou não resultante de atividade, precipitação média anual, densidade de drenagem, água do solo, qualidade da água.
Áreas críticas de inundações***	Consiste na existência e abrangência de inundações em áreas do bairro.	Distribuição e áreas atingidas pelo fenômeno de inundação.
Incidências de incêndios florestais e queimadas***	Consiste na frequência de incêndios e queimadas.	Nº de focos de calor catalogados em um período de tempo.

INDICADOR (continuação)	CONCEITO	UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS
Perda de biodiversidade***	Refere-se ao número de espécies da fauna e da flora não encontradas no meio ambiente no momento de realização da avaliação em comparação a momentos anteriores em que tais espécies faziam-se presentes.	Seu cálculo vincula-se ao levantamento do número e a variedade de espécies da fauna e da flora característicos do meio ambiente em dado recorte espacial, encontradas no passado e presente.
Recuperação de áreas degradadas****	Representa a proporção de áreas recuperadas do total de áreas de risco em determinado espaço geográfico.	Nº de áreas recuperadas dentro da região do conjunto.

Nota: 1. \* Pressão; \*\* Estado; \*\*\* Impacto; \*\*\*\* Resposta;

Fonte: Próprios autores.

No que se refere aos indicadores efetivamente mensurados, eles se apresentam a partir da clara definição de seu conceito e de suas unidades de medição e classificação adotadas para a sua mensuração frente aos recortes de disponibilidade de dados para a visualização de valores e informações relativas à região de análise (Quadro 5).

**Quadro 5** – Informações básicas sobre os indicadores efetivamente mensurados.

INDICADOR	CONCEITO	UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS
Crescimento do número de domicílios*	Releva o incremento de novos domicílios em um determinado espaço, no período considerado.	Expressa em % do crescimento do número de domicílios, no período considerado.
Estabelecimentos industriais que exercem atividades com potencial poluidor*	Consiste na existência de estabelecimentos industriais que exercem atividades potencialmente poluidoras.	Nº de estabelecimentos industriais que exercem atividades potencialmente poluidoras.
Acesso à infraestrutura de abastecimento de água*	Expressa a relação entre o contingente de domicílios atendidos pelo sistema adequado de infraestrutura de serviços de água e o total de domicílios em determinado espaço geográfico.	% de domicílios com acesso ao sistema de abastecimento de água.
Acesso à infraestrutura de esgotamento sanitário*	Expressa a relação entre o contingente de domicílios atendidos pelo sistema adequado de infraestrutura de serviços de esgoto e o total de domicílios em determinado espaço geográfico.	% de domicílios com acesso ao sistema de esgotamento sanitário.
Acesso à infraestrutura de coleta de resíduos*	Expressa a relação entre o contingente de domicílios atendidos pelo sistema de infraestrutura de serviços de coleta de resíduos e o total de domicílios por espaço geográfico.	% de domicílios com acesso à coleta de lixo.

INDICADOR (continuação)	CONCEITO	UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS
Destinação/Disposição dos resíduos sólidos*	Consiste em descrever o tipo (adequado ou não) da destinação e disposição final dos resíduos sólidos.	Expressa em tipo de destinação e disposição final de resíduos sólidos.
Destinação de águas residuais e pluviais*	Consiste em descrever os processos de destinação das águas residuais e pluviais.	Expressa em tipo de processo de destinação das águas residuais e pluviais.
Uso do solo**	Consiste na classificação dos tipos de usos naturais e transformados da superfície em determinado espaço.	% para cada classificação de uso do solo considerada.
Limpeza Urbana**	Consiste na avaliação da limpeza/poluição nas ruas do conjunto.	Protocolo de observação <i>in loco</i> para registrar poluição visual das ruas.
Drenagem**	Consiste na avaliação do sistema de drenagem.	Existência e eficiência de sistema de microdrenagem e macrodrenagem.
Infraestrutura de serviços de abastecimento de água**	Descreve os tipos de sistemas e formas de abastecimento de água existentes.	Tipos de sistemas de infraestrutura sanitária de serviço de água e formas alternativas de abastecimento.
Infraestrutura de serviços de esgotamento sanitário**	Descreve os tipos de sistemas e formas de esgotamento sanitário existente.	Tipos de sistemas de infraestrutura sanitária de serviço de esgoto e formas alternativas.
Desmatamento***	Relação de extensão de desmatamento.	Metros quadrados / %
Falhas no sistema de abastecimento de água***	Consiste em avaliar problemas no sistema de fornecimento de água no conjunto.	Ocorrências e tipos de falhas recorrentes no conjunto.
Sítios contaminados***	Consiste na identificação dos pontos de contaminação.	Localização de áreas contaminadas em que o contaminante atingiu o solo ou a água.
Lançamento de poluentes sobre os recursos hídricos***	Avalia o despejo de poluentes sobre os recursos hídricos.	Existência de áreas / estabelecimentos que lançam poluentes sobre os recursos hídricos.
Plano Diretor Urbano Municipal****	Avalia a existência de Plano Diretor Municipal e o potencial do mesmo frente às questões avaliadas para o bairro.	Nº de instrumentos e/ou diretrizes frente ao tema e região.

<b>INDICADOR (continuação)</b>	<b>CONCEITO</b>	<b>UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS</b>
Município com estrutura na área de meio ambiente****	Avalia a existência de estruturas voltadas à área de meio ambiente.	Existência de políticas, órgãos, conselho, secretarias, comitês municipais, especificamente para o meio ambiente.
Áreas protegidas****	Representa o tipo, extensão e quantidade dos espaços ambientalmente protegidos no espaço.	Nº de Unidades de Conservação que o conjunto está inserido.
Fiscalização ambiental****	Avalia a existência de instrumentos de controle de exploração florestal, contaminação ambiental, exploração e uso de água, atividades turísticas regulamentadas.	Nº de instrumentos frente ao tema e região.
Município com estrutura na área de saneamento****	Avalia a existência de estruturas voltadas à área de saneamento.	Existência de políticas, planos, órgãos, conselhos municipais de saneamento básico etc.
Coleta seletiva de lixo****	Avalia a existência de sistema de coleta seletiva de lixo no conjunto.	Nº / % de domicílios atendidos pelo serviço.
Existência/Parceria com Associações e Cooperativas de catadores****	Parceria com Associações e Cooperativas de catadores	Existência de Associações e Cooperativas de catadores no conjunto.
Educação ambiental****	Avalia a existência de programas/projetos voltados à educação ambiental e sustentabilidade.	Existência de programas/projetos/eventos para a comunidade que abordem questão sanitária e ambiental – por parte do município e por parte do conjunto – na área.

Nota: 1. \* Pressão; \*\* Estado; \*\*\* Impacto; \*\*\*\* Resposta;

**Fonte:** Próprios autores.

Os indicadores selecionados com potencial para mensuração (devido à atual indisponibilidade de dados, materiais e instrumentos para a sua total quantificação, classificação e espacialização) se encontram devidamente organizados com informações disponíveis quanto às suas referências (Quadro 6). Associados a estes indicadores se encontram informações gerais e conjecturais a respeito da região, evidenciando a importância de sua efetiva mensuração no futuro.

**Quadro 6** – Informações básicas sobre os indicadores com potencial para mensuração.

INDICADOR (Pressão)	CONCEITO	UNIDADES DE MEDIÇÃO ADOTADAS
Incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado	Refere-se aos tipos de doenças e quantidades de casos.	Tipos e N° de casos de doenças por saneamento inadequado
Contaminação e degradação hídrica	Consiste na determinação espacial de corpos hídricos contaminados.	Vincula-se com a determinação do número de corpos hídricos com alto nível de contaminação e degradação por influência do conjunto.

Fonte: Próprios autores.

#### 4. Discussão dos resultados

##### 4.1. Ciclos relacionados às questões vinculadas à urbanização

Para avaliar a urbanização da área de estudo são apresentados os resultados que ilustram um ciclo PEIR parcialmente aplicado (CPA1) (Quadro 7).

**Quadro 7** – Ciclos relacionados às questões de urbanização.

Grupo	Ciclos	Componentes do PEIR / Indicadores			
		Pressão	Estado	Impacto	Resposta
Meio Ambiente e Urbanização	Ciclo parcialmente aplicado 1 - CPA1	Crescimento do número de domicílios	Uso do solo	Contaminação e degradação hídrica	Plano Diretor Urbano Municipal
		Estabelecimentos industriais que exercem atividades potencialmente poluidoras			Áreas protegidas
					Desmatamento
			Fiscalização ambiental		

Fonte: Próprios autores.

O primeiro indicador de pressão aplicado demonstra, de maneira geral, um crescimento de domicílios na área de estudo, considerando principalmente a área e o período de construção (2010 a 2014) do conjunto Cidadão X e com um incremento de novas habitações, após finalização do projeto de loteamento (2014 a 2019) além das outras residências não contabilizadas.

Por conta da disponibilidade de imagens dos satélites e das interferências nas suas energias finais

registradas, foram utilizadas três imagens de anos distintos – ano de 2007 (Figura 2A), ano de 2014 (Figura 2B) e ano de 2018 (Figura 2C) – correspondentes a períodos antes, durante e após a construção do conjunto, respectivamente. A partir de tais resultados, é possível observar o crescimento temporal da área e das mudanças de uso de solo.

**Figura 2** – (A) Delimitação da área no período de 2007; (B) período de 2014; (C) período de 2018.



Fonte: Google Earth Pro, 2019.

O segundo indicador de pressão efetivamente mensurado expressa que a AEIS – Conjunto Cidadão X não possui nenhum estabelecimento industrial, de acordo com o Art. 2º do Decreto Nº 4403 de 06 de maio de 2019, da Gerência de Licenciamento Industrial (GELI) do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e da Associação.

O indicador de estado efetivamente mensurado “uso do solo” demonstra, de acordo com o mapeamento da Figura 2, a presença dos seguintes índices de aproveitamento de área urbanizada do conjunto: I – Residencial, Uso Comercial, Institucional – Equipamento Comunitário, Institucional – Equipamento Urbano e Sistema Viário com área de 384.491,75 m<sup>2</sup>, equivalente a 93,75% da área; II – Área Remanescente, com área de 21.531,54 m<sup>2</sup>, equivalente a 5,25% da área total; III – Área Verde, com área de 4.101,24m<sup>2</sup>, equivalente a aproximadamente 1% da área total. Tais percentuais foram obtidos por meio do *Software Envi*.

Tomando também como referência as imagens apresentadas na Figura 2, observou-se, para o indicador “desmatamento”, um índice em sua totalidade como sendo uma área preservada. Contudo, quando é analisada a imagem referente ao ano de finalização da construção (ano de 2014), obtém-se uma porcentagem de 85,81%, equivalente à 351.927.86m<sup>2</sup> de área desmatada. No que se refere ao período após a construção (2014 a 2019), o índice de desmatamento continua positivo, apresentando um aumento percentual de 13,19%, equivalente à 54.095,42 m<sup>2</sup> de desmatamento.

O indicador de impacto com potencial para mensuração do CPA1 se mostra reflexo das pressões exercidas pelo crescimento do conjunto. De acordo com Oliveira et al. (2009), os igarapés situados à zona urbana e zona de expansão do bairro Tarumã apresentam alterações em seus parâmetros, altos teores de cátions e ânions e baixo teor de oxigênio dissolvido, devido à grande degradação ambiental dos seus leitos.

Os indicadores de resposta oferecem como resultado um elenco de instrumentos e diretrizes: a Lei Complementar Municipal Nº 2, de 16 de janeiro de 2014, dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus; a Lei Municipal Nº 1837, de 16 de janeiro de 2014, sobre as AEIS; o Decreto Municipal Nº 9.556, de 22 de abril de 2008, com o objetivo de estabelecer critérios para disciplinar o processo de ocupação urbana da APA Tarumã/Ponta Negra; a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) como a estrutura Administrativa de meio ambiente do município com a atribuição de formular e executar a Política Municipal de Meio Ambiente; a Lei Municipal nº 605, de 24 de julho de 2001, que institui o Código Ambiental do Município de Manaus; e a avaliação do indicador “educação

ambiental” que mostra que no conjunto não há programas, projetos ou eventos sobre o meio ambiente, não havendo articulação da Associação ou das escolas do entorno e nem do Poder Público para exercer um trabalho sobre o tema.

Os resultados obtidos pelos indicadores mostram que o crescimento do conjunto se deu em duas condições diferenciadas: a primeira orientada e planejada pelo Poder Público e a segunda assumindo características espontâneas, ou seja, sem orientação ou planejamento das autoridades competentes. A incorporação deste ciclo contribuiu para a observação das tendências de crescimento conforme visto no indicador “uso do solo” e “desmatamento”, sendo representativo das questões que envolvem a urbanização do conjunto, influenciando também, dessa maneira, na eficiência da infraestrutura sanitária oferecida à população e acarretando diretamente danos aos ecossistemas, dada a expansão de habitações na área, principalmente quando se trata de um crescimento sem planejamento.

#### 4.2. Ciclos relacionados às condições de infraestrutura sanitária

Para avaliar as questões relacionadas às condições de infraestrutura sanitária da área de estudo para o diagnóstico ambiental são apresentados os resultados que ilustram um ciclo PEIR parcialmente aplicado (Quadro 8) e dois ciclos aplicados (Quadro 9).

**Quadro 8** – Ciclos relacionados às condições de infraestrutura sanitária.

Grupo	Ciclo	Componentes do PEIR / Indicadores			
		Pressão	Estado	Impacto	Resposta
Meio ambiente e Infraestrutura Sanitária	Ciclo parcialmente aplicado 2 – CPA2	Acesso à infraestrutura de abastecimento de água	Infraestrutura de serviços de abastecimento de água	Incidência de Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado	Plano Diretor Urbano Municipal
				Falha no sistema de abastecimento de água	Município com estrutura na área de saneamento

Fonte: Próprios autores.

O Ciclo Parcialmente Aplicado 2 (CPA2) apresenta dados obtidos por meio da Concessionária de água local, informando que 70,26 % possuem acesso a um adequado sistema de abastecimento (pressão). Em relação ao “estado”, a comunidade é atendida exclusivamente por um sistema independente de abastecimento de água (não interligado ao sistema principal) e que utiliza a exploração de um poço artesiano profundo como manancial. O tratamento da água é feito através de cloração e fluoretação.

Em relação ao indicador “incidência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado”, em relatos obtidos com os moradores foram registrados casos de doenças como: amebíase 24 %, dengue 19 %, leptospirose 2,17 %, giardíase 6,5 %, hepatite A 4,34 %, zica 6,5 %, cólera 2,17 %, outra enfermidade 10,87 %, nenhuma das enfermidades citadas 43,5%. O estudo revela possíveis relações de condições inadequadas de saneamento com os diversos riscos à saúde da população. Porém, essas informações são consideradas como dados conjecturais, pois apresentam um espaço amostral pequeno frente ao todo dado

populacional. Já com o segundo indicador de impacto, “falhas no sistema de abastecimento de água”, constatou-se a hidrometração como uma problemática na realidade do conjunto, visto que há divergências entre os moradores e a concessionária.

**Quadro 9** – Ciclos relacionados às condições de infraestrutura sanitária.

Grupo	Ciclo	Componentes do PEIR / Indicadores			
		Pressão	Estado	Impacto	Resposta
	Ciclo aplicado 1 – CA1	Acesso à infraestrutura de coleta de resíduos	Limpeza Urbana	Sítios contaminados	Plano diretor Urbano Municipal
Destinação /Disposição dos resíduos sólidos		Município com estrutura na área de saneamento			
		Destinação de águas residuais e pluviais	Coleta seletiva de lixo		
Destinação de águas residuais e pluviais			Existência/Parceria com Associações e Cooperativas de catadores		
	Ciclo aplicado 2 – CA2	Acesso à infraestrutura de esgotamento sanitário	Infraestrutura de serviços de esgotamento sanitário	Lançamento de poluentes sobre os recursos hídricos	Plano Diretor Urbano Municipal
Destinação de águas residuais e pluviais		Drenagem	Município com estrutura na área de saneamento		
			Fiscalização ambiental		

Fonte: Próprios autores

As informações sobre os indicadores de resposta efetivamente mensurados “plano diretor urbano municipal” e “município com estrutura na área de saneamento” irão servir também para o Ciclo Aplicado 1 (CA1) e o Ciclo Aplicado 2 (CA2), pois as informações gerais sobre as especificações do Plano Diretor e da infraestrutura sanitária da cidade abrangem em conjunto as cinco ações de saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição de resíduos sólidos, drenagem e saúde pública.

Os indicadores de resposta oferecem como resultado um elenco de instrumentos e diretrizes: a Lei Complementar Municipal Nº 2, de 16 de janeiro de 2014, dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e apresenta o Plano de Saneamento Ambiental; a Lei Delegada Municipal Nº 19, de 31 de julho de 2013, dispõe sobre a Secretaria Municipal de Limpeza Pública – SEMULSP; em relação aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais, a Lei Delegada Municipal Nº 20, de 31 de julho de 2013, dispõe sobre a organização, finalidades e competências da Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINF; e a Secretaria Municipal de Saúde – SEMSA, com o objetivo de promover o diagnóstico dos problemas ambientais e dos riscos prováveis ou existentes que interferem na saúde humana.



O Ciclo Aplicado 1 (CA1) mostra que 100% das residências são atendidas pela rota de coleta realizada pela Empresa responsável pela coleta do município, cargo da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana, e que todo o resíduo coletado dentro da área de estudo é transportado até o aterro da cidade (pressão).

Para avaliação do critério de análise de estado efetivamente mensurado, limpeza urbana, utilizou-se um protocolo de observação *in loco* que se verificou uma poluição moderada que se dá pela carência de serviço de limpeza das ruas (aliada à falta de educação das pessoas residentes). Não foram registradas grandes áreas ocupadas por lixo e nem a presença de terrenos baldios utilizados como depósitos de lixo.

O indicador de impacto efetivamente mensurado, “sítios contaminados”, localizou, a partir de trabalho em campo, um ponto em que uma ligação improvisada de águas pluviais é destinada direto ao curso d’água. Com a presença de resíduos nas ruas (indicador de estado), que são levados pela água da chuva e acabam sendo despejados junto ao corpo hídrico.

Não foram identificados, dentro dos limites do conjunto, locais que possuem depósitos para coleta seletiva. A Associação dos Amigos do Conjunto Cidadão X confirmou que a coleta seletiva não é uma prática na área e que atualmente não existem iniciativas, além de não existir nenhuma associação ou cooperativa de catadores criada no conjunto, porém, de acordo com a lista de entidades de catadores em Manaus, o Grupo Independente “Projeto Reciclar Dá Vida” está localizado dentro da área que compreende o Parque Riachuelo II.

Por fim, o Ciclo Aplicado 2 (CP2) mostra seu indicador de pressão proporcionalmente ligado ao percentual de residências atendidas pelo sistema de abastecimento de água operado pela Concessionária de água local, ou seja, 70,26 % possuem acesso a um adequado sistema de esgotamento sanitário.

As destinações de águas residuais e pluviais foram planejadas em infraestruturas distintas, visando atender à legislação (Decreto Federal Nº 7.217, de 21 de junho de 2010 e a Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007). A destinação de ambas (após tratamento das águas residuais) é dada através de despejo no corpo hídrico no entorno do conjunto.

O indicador de estado “infraestrutura de esgotamento sanitário” efetivamente mensurado demonstra que o sistema de esgotamento sanitário é considerado como um sistema isolado e coletivo, sendo constituído por coleta, transporte e tratamento.

A partir da mensuração do indicador de pressão “acesso à infraestrutura de esgoto”, ficou constatado que 70,26 % possuem acesso a um adequado sistema de esgotamento sanitário, logo 29,74 % das residências existentes no conjunto não são atendidas pela rede, resultando em utilização de formas inadequadas de esgotamento sanitário por estas residências. Com as respostas dadas pela Associação sobre essa questão, entendeu-se que a maneira, mesmo que imprópria, que a população emprega são, por exemplo, fossas rudimentares e lançamento do efluente sem tratamento prévio diretamente no solo ou em corpos d’água.

O indicador de estado “drenagem” visa descrever e avaliar o sistema de microdrenagem e macrodrenagem observado *in loco*. A microdrenagem é composta por sarjetas, bocas de lobo, poços de visitas e bueiros que conduzem o efluente até sua destinação final (o igarapé que compõe a macrodrenagem). Pôde-se constatar que não há manutenção preventiva do sistema de drenagem pluvial do conjunto. O principal problema observado foi o entupimento causado pelo lixo e a falta de manutenção das bocas de lobo.

Visto que as águas residuais e pluviais coletadas pelo sistema da concessionária são tratadas e destinadas ao curso d’água no entorno do conjunto (indicador de pressão e estado), o indicador de impacto “lançamento de poluentes sobre os recursos hídricos” está vinculado somente ao caso abordado pelo indicador “sítios contaminados” do CA1.

Os indicadores de acesso à infraestrutura sanitária possuem importância para avaliação do conjunto ao definir um perfil de ocupação que pode estar pressionando a área, bem como os recursos por ela protegidos.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho possui relevância para a contribuição de estudos sobre os indicadores elencados. Primeiro, porque sugere e testa empiricamente um conjunto de 26 (vinte e seis) indicadores construídos para diagnóstico ambiental. Segundo, porque retrata limitações em relação à dimensão ambiental da região, uma vez que a busca por evidências relacionadas a cada critério, possibilita analisar aspectos limitantes e muitas vezes negligenciados pelos atores sociais presentes, criando assim um banco de dados e uma metodologia sobre o conjunto que antes não existia.

O diagnóstico ambiental foi ainda de suma importância para a identificação dos principais processos, tipos de ocupação e da dinâmica territorial. Os indicadores de pressão se voltaram à composição de quadros de atenção, no que se refere à preservação da paisagem e crescimento urbano desordenado, afetando diretamente na infraestrutura oferecida à população. Os de estado foram identificados com um peso maior frente à avaliação da situação da área, ligados à dinâmica de uso e ocupação do território e dos serviços de infraestrutura. Já os de impacto, os quais delimitam situações adversas diferenciadas, porém que se relacionam, contribuíram à identificação de condições e áreas de alerta.

Atestou-se também que o crescimento no número de domicílios e a incorporação de novas áreas artificializadas no processo de expansão urbana são vigentes na área e que a Legislação Municipal atende tais aspectos no sentido de orientar, monitorar e limitar a expansão. Contudo, constatou-se que tais Leis necessitam ser intensificadas e atualizadas quando da não observação desta realidade no planejamento integrado das políticas associadas à expansão urbana e preservação ambiental.

Reitera-se que a matriz pode ser utilizada em outros aglomerados urbanos e buscou representar a realidade dos sistemas de saneamento básico, constituindo assim um instrumento para diagnóstico de problemas e planejamento para investimentos futuros e metas de salubridade, visando à promoção da melhoria da qualidade de vida, garantindo a universalização, regularidade e equidade na prestação dos serviços.

Recomenda-se a utilização dos produtos gerados para a avaliação ambiental integrada de conjuntos similares a área estudada, como uma contribuição parcial em potencial, a curto prazo para a discussão de ações a serem implementadas territorialmente e a médio e longo prazo para o monitoramento de séries históricas e avanço na formulação de políticas públicas.

## 6. Referências

Bühring, R. (2010). **Estudo da dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal e elaboração de uma proposta de zoneamento para a bacia hidrográfica do Tarumã, Manaus, Amazonas**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. (2010). Censo Demográfico.

Conceição, S. R. (2014). **Indicadores de avaliação ambiental em Áreas de Preservação Permanente (APPs) na sub-bacia do Rio Saracuruna – RJ**. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Brasil.

Dornelles, L. M. A. (2007). **Projeto GEO Cidades no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, p. 133-154.

Falcão, C. M., & Gómez, P. R. C. (2011, setembro). Proposta de indicadores para análise da dimensão ambiental da sustentabilidade: Um estudo de caso sobre o destino turístico de Fernando de Noronha. **XXXV**

**Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração – ENAMPAD.** Rio de Janeiro. Brasil.

Feistauner, D., Lovato, E. P., Siminski, A., & Castilho, C. C. A. (2017). Uso de Indicadores Baseados na Legislação Ambiental Brasileira para Análise de Propriedades Rurais Familiares da Amazônia. **Revista Ciência Florestal.** Volume 27, Nº 1, p. 249-262.

Ferraz, I.C., Rocha, T.C.F., Giacomini, I.B., Beato, C.E., Franchi, N., & Aurélio, A.L. (2012). Indicadores Ambientais para Gestão de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo: Instrumento de Acompanhamento e Gestão.** Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, São Paulo.

Jesus, E. L. De, & Aguiar, L. P. P. (2011, outubro). Expansão urbana em Manaus e conflitos ambientais: o caso Tarumã na zona oeste da cidade. **IX Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica,** Brasília, DF. Brasil.

Macena. L. S. S. de & Costa, R. C. (2012). A Cidade como Espaço do Risco: Estudo em Bacias Hidrográficas de Manaus, Amazonas – BR. **Revista Geonorte,** Edição Especial, Volume 1, Nº 4, p.318–330.

Oliveira, M. J., Bringel, B. R. S., & Silva, R. S. M. (2009). Efeito do Crescimento Urbano Sobre as Águas do Tarumã - Açu, Manaus/Am. **XVIII Jornada de Iniciação Científica PIBTC/CNPq/FAPEAM/INPA –** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. Brasil.

Pereira, A. C. (2017). **Proposição de uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação do Saneamento Básico em Comunidades Rurais.** Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa/MG. Brasil.

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (2003). GEO América Latina y el Caribe: Perspectivas del medio ambiente. **Oficina Regional para América Latina y el Caribe.** México, D.F.: UNEP/Earthprint.

Silva, F. A. K., Carneiro, A., & Costa, L. A. J. (2007). Diagnóstico ambiental nas microbacias do Tarumã-açu e Puraquequara em Manaus: Uma análise da dinâmica de ocupação da área. **XVI Jornada de Iniciação Científica PIBTC/CNPq/FAPEAM/INPA –** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. Brasil.