



Sociedade & Natureza

ISSN: 0103-1570

sociedadnatureza@ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia

Brasil

de Almeida Dias, Felipe; Gomes, Luiz Airton; Kayser de Alkmim, Jacqueline
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA DA BACIA DO RIBEIRÃO DO LIPA ATRAVÉS
DE INDICADORES, CUIABÁ/MT
Sociedade & Natureza, vol. 23, núm. 1, abril, 2011, pp. 127-142
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327201011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA DA BACIA DO RIBEIRÃO DO LIPA ATRAVÉS DE INDICADORES, CUIABÁ/MT

Assessment of urban environmental quality in the basin of the Ribeirão Lipa through indicators, Cuiabá/MT

Felipe de Almeida Dias

Mestrando em Engenharia de Edificações e Ambiental da UFMT

Cuiabá/MT – Brasil

felipe.alm.dias@gmail.com

Luiz Airton Gomes

Doutor em Engenharia Ambiental, Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental pela

UFMT

Cuiabá/MT – Brasil

luiz_air@ufmt.br

Jacqueline Kayser de Alkmim

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMT

Cuiabá/MT – Brasil

jac_kayser@hotmail.com

Artigo recebido para publicação 01/04/2011 aceito para publicação 11/04/2011

RESUMO: *O crescimento e adensamento populacional nas cidades têm aumentado a importância da qualidade dos espaços urbanos, e diante desse tema este artigo busca realizar a avaliação da qualidade ambiental da área urbana da bacia do ribeirão do lipa, localizada na cidade de Cuiabá/MT, usando como referência os modelos de avaliação do ambiente urbano baseados em indicadores ambientais e de infraestrutura sanitária e viária, aos quais foram atribuídos pesos de acordo com a sua relevância para o estado de qualidade meio urbano. O trabalho foi desenvolvido na parte urbana da bacia do ribeirão do lipa, que é uma das mais preservadas dentre aquelas inseridas no perímetro urbano de Cuiabá e passa nos últimos anos por severo processo de urbanização.*

Palavras-chave: Infraestrutura. Saneamento. Urbanização.

ABSTRACT: *The growth and populational densification in cities has increased the importance of urban space's qualities, and on this subject this article aims to realize the assessment of environmental quality of urban basin of the Ribeirão do Lipa, located in the city of Cuiabá / MT, using as reference models for assessment of urban environment based on environmental and health infrastructure and roads, to which weights were assigned according to their relevance to the state of urban environment quality. The study was conducted in the urban part of the basin of the Ribeirão do Lipa, which is one of the best preserved among those included in the urban area of Cuiabá and has passed in recent years by severe urbanization process.*

Key words: Infrastructure. Sanitation. Urbanization.

INTRODUÇÃO

Em 1940 o Brasil tinha uma população de 40 milhões de habitantes, sendo que menos de 33% desse total – 13 milhões de pessoas – viviam nas cidades. Em 1970 a população total do país já passava os 94 milhões de habitantes, com um contingente urbano de 53 milhões de pessoas, perfazendo mais de 55% do total (COSTA, 1973). O ritmo de crescimento da população nas cidades apresentou uma desaceleração a partir dos anos 80, mas mesmo assim fez com que a sua participação chegasse a 84% do total do país no ano 2010 (IBGE, 2010).

À medida que a cidade cresce e a demanda por espaços aumenta, as populações mais pobres, que estão à margem do desenvolvimento econômico, têm que lutar mais para conseguir um lugar nas áreas urbanas, fazendo com que muitas comunidades se formem por meio de invasões de lotes em áreas periféricas, proibidas ou inadequadas para ocupação, sem o devido planejamento dos espaços e infraestrutura. Diante dessa realidade fica claro que a demanda por espaços tem prioridade, especialmente nas grandes cidades, ficando para segundo plano o planejamento que vise um ambiente sustentável e de qualidade para as populações. Esse cenário resulta no desrespeito a dinâmica do subsistema natural, em favor do subsistema socioeconômico (MATTOS, 2005).

Esse panorama crescimento acelerado das cidades também se deu, embora com menor intensidade, no estado de Mato Grosso. Devido à predominância de cidades de pequeno e médio porte, que em sua maioria surgiram após os anos 70, dotadas de planejamento urbanístico, os problemas com a urbanização são mais frequentes em cidades maiores, sendo a capital, Cuiabá e sua vizinha Várzea Grande onde eles estão mais presentes.

Com a rápida expansão populacional da cidade de Cuiabá, a demanda por moradias também cresceu de forma acelerada, fugindo ao controle do município. Isso se deu a uma taxa maior que a capacidade do município de prover essas novas moradias de infra-estrutura, equipamentos urbanísticos e serviços públicos. Consequência disso foi a queda de qualidade dos espaços urbanos, afetada pelo adensamento populacional inadequado, em áreas sem infraestrutura, e

carência de áreas verdes e espaços públicos destinados ao uso comum da população.

Na cidade de Cuiabá grande parte dos cursos d'água existentes sofreram sérios impactos devido ao lançamento de esgotos sem tratamento resultado da ausência de infraestrutura e planejamento no uso do solo. É comum ainda agressões ao ambiente urbano como a derrubada das matas ciliares e ocupação de áreas de preservação permanente (APP), aterramento de nascentes e fundos de vale, impermeabilização excessiva do solo, retificação e canalização de cursos d'água. Essas situações acabam por penalizar além do ambiente a própria população, não diferente do que ocorre na bacia urbana do Ribeirão do Lipa.

A bacia do Ribeirão do Lipa tem passado nos últimos anos por uma grande expansão de sua área urbanizada, processo esse que muitas vezes se deu na forma de assentamentos irregulares. Para um maior entendimento da situação ambiente urbano da bacia foi realizada a análise da qualidade ambiental urbana (QAU) através de indicadores de infraestrutura, saneamento e cobertura vegetal. A avaliação do ambiente urbano da bacia através de indicadores se justifica por ser capaz de refletir a situação do espaço estudado, e permitir a identificação das causas que levam a queda da qualidade ambiental, bem como apontar os aspectos que apresentam boa qualidade, podendo ser um importante instrumento no auxílio a tomada de decisões.

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização e análise da qualidade ambiental da área urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores de infraestrutura viária, sanitária e cobertura vegetal.

QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

O conceito de qualidade ambiental urbana de acordo com Luengo (1998), está diretamente ligado ao conceito de qualidade de vida urbana. Segundo ele, a definição de qualidade ambiental está relacionada com as condições ideais do espaço habitável, em termos de conforto relacionados aos aspectos ambientais, biológicos, econômicos, produtivos, sócio-cultural, tecnológica e estética em sua dimensão espacial. Ele conclui dizendo que a qualidade do ambiente urbano é

resultante da interação de todas essas variáveis para a formação de um habitat saudável, confortável e capaz de satisfazer as necessidades básicas para a sustentabilidade da vida humana individual e a interação social no meio urbano.

Lima e Amorim (2009) afirmam que a qualidade ambiental urbana pode ser considerada como um equilíbrio entre elementos da paisagem através de um ordenamento do espaço, conciliando principalmente os benefícios da vegetação com os diversos tipos de usos do solo através de um planejamento. Elas ainda acrescentam que a questão ambiental ganha importância cada vez mais à medida que as cidades crescem e se apropriam demasiadamente dos recursos naturais, pois se tornaram locais de grande concentração de pessoas, tendo como consequência o aumento da pressão sobre os sistemas naturais.

Com uma definição simplificada Morato et al. (2006) relaciona a qualidade ambiental urbana a um ambiente sadio, que conte com instalações sanitárias adequadas e também a existência de cobertura vegetal. Indo além da definição que limita a qualidade ambiental a simples organização do espaço físico. Nucci (2008) defende que a qualidade do ambiente é parte essencial da qualidade de vida humana que abrange outras áreas, tais como fatores sociais, culturais, econômicos, etc.

Coelho (2006) segue linha semelhante, explicando que de maneira geral, o tema qualidade ambiental urbana envolve o estudo da complexidade das relações físico-biológicas, de um lado, e a complexidade do espaço urbano e sua estrutura político-social, de outro. Borja (1998) diz que para a avaliação da qualidade ambiental urbana são necessários dois tipos de avaliação: uma objetiva e outra subjetiva. Na avaliação objetiva ela propõe o uso de indicadores quantitativos e qualitativos que vão compor o índice de qualidade. Para a avaliação subjetiva sugere que, haja um envolvimento da população como sujeito e não como objeto do processo de investigação.

Com relação aos danos a qualidade ambiental Coelho (2006) explica que o senso comum construiu alguns pressupostos acerca do assunto. Acredita-se, por exemplo, que a degradação da qualidade ambiental esteja ligada a concentração populacional em determinado espaço físico. Ela acrescenta que,

segundo essa lógica, a degradação ambiental cresce à medida que a concentração populacional aumenta. Os danos ao ambiente têm como vítimas indiretas as populações, que seguindo a lógica do senso comum são responsabilizadas e transformadas em culpados.

Das várias definições de qualidade ambiental acima, um ponto comum foi atenção dada à preservação dos aspectos naturais: fauna, flora, recursos hídricos, solos, etc., entretanto, especialmente dentro do cenário urbano, não se deve ignorar as necessidades da sociedade e as transformações que elas levam ao ambiente. A necessidade de conciliar desenvolvimento com preservação do ambiente é prevista inclusive pela Constituição Federal Brasileira em seu artigo nº 255, determinando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

No Brasil, ainda existem poucos estudos que se propõem a espacializar de forma integrada os componentes do ambiente com o objetivo de diagnosticar e propor melhorias. Praticamente não se encontra notícias a respeito de trabalhos de avaliação da qualidade ambiental de cidades (RUFINO, 2002). Existem algumas informações de trabalhos realizados, principalmente por órgãos responsáveis pela questão ambiental com âmbito estadual, como a CETESB, em São Paulo, que trabalha em alguns municípios, com indicadores/índices ambientais de qualidade da água e do ar. Porém, não se encontrou informações a respeito da agregação dessas informações para se construir um índice mais geral, para se ter um panorama da situação ambiental das áreas de estudo.

A partir dos conceitos de qualidade ambiental citados ficou muito clara a muito dos autores relação entre qualidade ambiental e cobertura vegetal. Isso provavelmente é reflexo do momento que a temática da preservação ambiental vive no Brasil e no mundo. Além disso pode ser notado que a questão da qualidade ambiental urbana não está associada a indicadores precisos e definitivos, e sim surge como resposta a dinâmica das pressões e do sistema socioeconômico e cultural sobre o ambiente natural.

Diante do grande número de abordagens que o tema da avaliação da qualidade ambiental pode comportar, e da inexistência de um padrão metodológico que se aplique a todas as situações, é natural que se

conclua que, para esse tipo estudo, o mais indicado é a busca por um método que melhor se encaixe as particularidades do objeto estudado. Isso implica dizer que não só os métodos utilizados, mas também os parâmetros, atributos e demais fontes de dados de suporte a decisão no estudo ambiental podem variar de, extremamente importante em um estudo, para irrelevante em outro, ou vice versa.

Indicadores e índices ambientais

Segundo Merico (1997) palavra “indicador” é proveniente do Latim *indicare*, cujo significado é destacar, mostrar, anunciar, apontar, tornar público, estimar. Assim, os indicadores nos transmitem informações que nos esclarece uma série de fenômenos que não são imediatamente observáveis.

De acordo com OECD (1993) um indicador pode ser definido como um parâmetro ou um valor derivado de parâmetros que fornece informações sobre fenômenos. O indicador tem significância que vai além das propriedades diretamente associadas com os valores do parâmetro. Os indicadores possuem um significado sintético e são desenvolvidos para um propósito específico

Os estudos sobre qualidade ambiental segundo sustenta Braga et al. (2004) encontram a dificuldade freqüente de lidar com a incerteza e a carência de informações sistematizadas. O estudo deve se basear em indicadores, e isso traz um desafio que é a escolha daqueles capazes de produzir um retrato do ambiente de maneira simples e confiável, apesar da complexidade da análise.

Os indicadores ambientais são usados para se ter um retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais, além de avaliar as condições e as tendências ambientais rumo ao desenvolvimento sustentável. Para tanto, os indicadores ambientais deverão possuir capacidade de síntese, estando então, baseados em in-

formações confiáveis possíveis de serem comparadas e acessíveis a população (MERICO, 1997)

Um índice ambiental é uma classificação numérica ou descritiva de um grande volume de informação ambiental, cujo objetivo é realizar a simplificação desses dados facilitando a tomada de decisões relativas à questão ambiental. Um índice ambiental resulta de uma manipulação matemática de um grupo de valores de indicadores que foram definidos em relação a um determinado padrão. Os índices refletem de maneira sintética a situação ambiental do meio ou seu grau de sustentabilidade (RUFINO, 2002).

De acordo com Rufino (2002), para se fazer uma avaliação ambiental, os índices ambientais podem ser utilizados para: sintetizar os dados ambientais existentes; repassar as informações sobre a qualidade do meio ambiente afetado; avaliar a vulnerabilidade ou a suscetibilidade de uma categoria ou elemento ambiental; ser um referencial para expressar os impactos das diferenças do índice avaliado, entre o valor do índice sem o projeto; auditar os impactos de projeto; avaliar os impactos integrados, expressados como variações de índices de qualidade ambiental.

Ainda segundo Rufino (2002) são exigidas para os índices as seguintes características: facilidade de uso; deve representar as informações obtidas pelos indicadores; não devem ser ambíguos; deve revelar mudanças nos indicadores chaves ou de mais valor de ponderação e; deve permitir a determinação de tendências de mudanças a nível espacial e temporal.

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Lipa, que faz parte da bacia do Rio Cuiabá, situa-se no município de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, na parte noroeste do perímetro urbano da cidade (Figura 1), coordenadas geográficas 15°34'12" latitude Sul e 56°06'90" longitude Oeste tendo sua foz na margem esquerda do Rio Cuiabá.

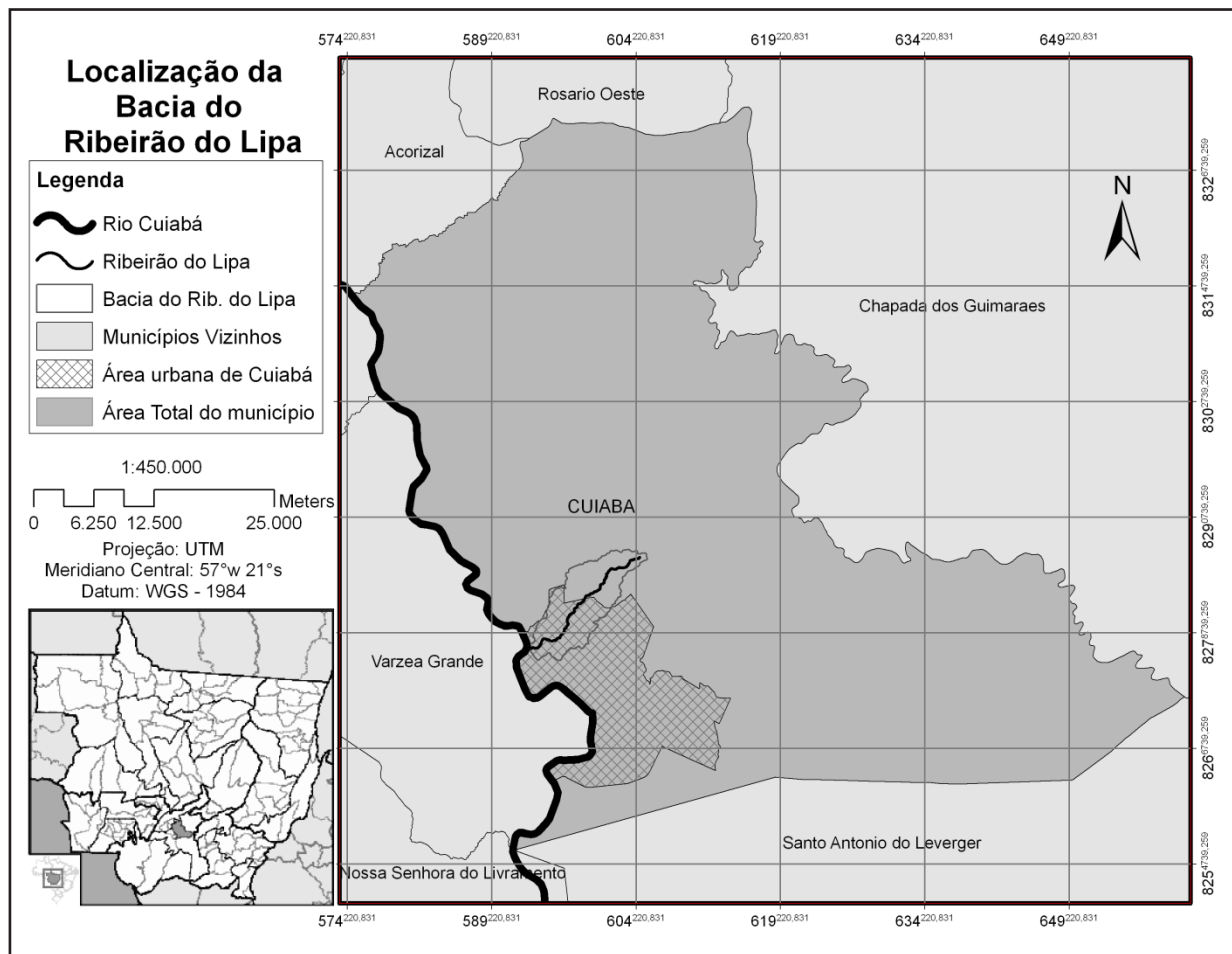


Figura 1: Localização da bacia do Ribeirão do Lipa no município de Cuiabá/MT.

A bacia do Ribeirão do Lipa possui uma área de aproximadamente 64 Km², sendo que 36 Km² estão dentro do perímetro urbano, englobando outros cursos d'água que também drenam importantes áreas do município de Cuiabá, como o Córrego do Baú, o Córrego Mãe Bonifácia e o Córrego Quarta-Feira.

A urbanização na bacia do Ribeirão do Lipa remonta da primeira metade do século XX, tendo se intensificado a partir dos anos 80 e 90, impulsionada pela invasão de áreas urbanas e estabelecimento de assentamentos informais. Atualmente o processo de urbanização da bacia está relacionado a loteamentos e condomínios fechados, sendo sua área urbana formada por 16 bairros mais duas zonas de expansão urbana.

Além desses 16 bairros a parte da bacia inserida dentro do perímetro urbano de Cuiabá também conta com áreas de expansão urbana (Figura 2), que ainda não foram loteadas localizadas nas porções

oeste e norte da bacia. Deve ser observado ainda que os limites da bacia muitas vezes não coincidem com os limites dos bairros, sendo a organização geopolítica do espaço urbano quase sempre independente limites, como os de uma bacia hidrográfica. No caso em questão 6 bairros tem sua área apenas parcialmente inserida na bacia do Ribeirão do Lipa: Santa Rosa, Do Quilombo, Duque de Caxias, Alvorada, CPA e Paraíso.

De acordo com Lima e Rondon Lima (2009) a bacia do Ribeirão do Lipa contava, no ano de 2004, aproximadamente 17 mil domicílios, com uma população de aproximadamente 65 mil habitantes. Abaixo, na Tabela 1 estão relacionadas algumas características dos bairros que compõe a área urbana da bacia do Ribeirão do Lipa.

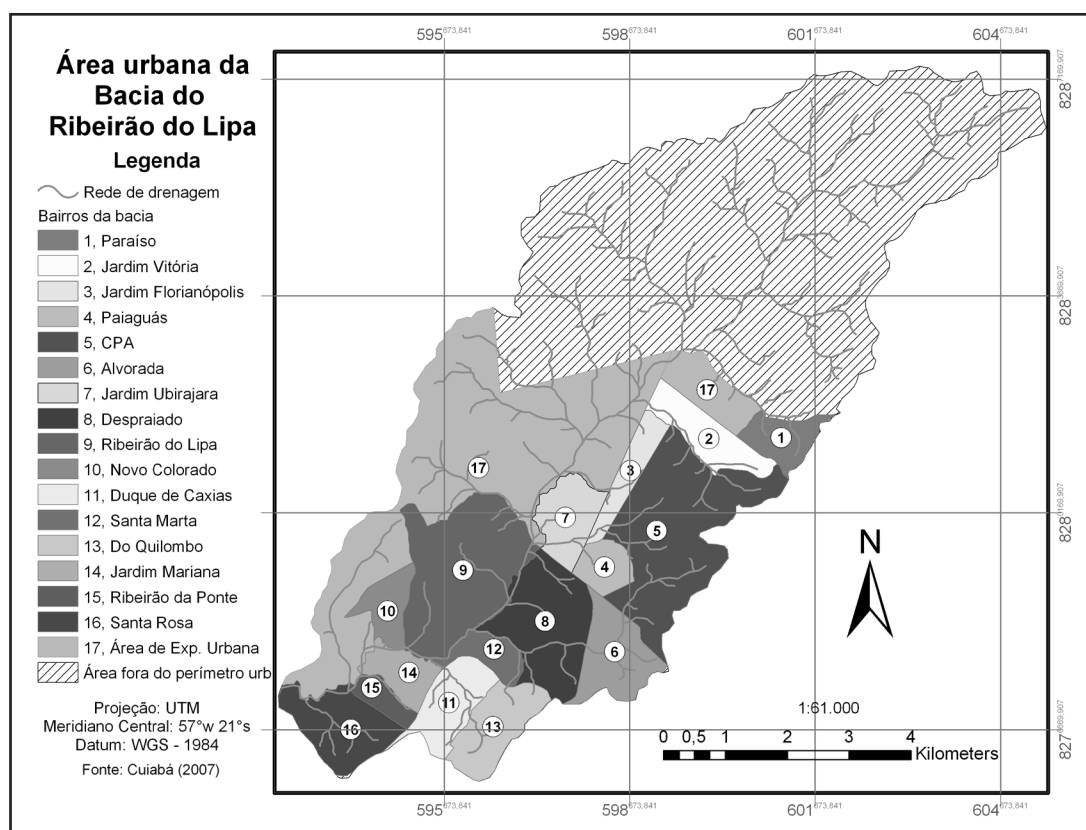


Figura 2: Bairros da bacia do Ribeirão do Lipa

Tabela 1: Características dos bairros situados total ou parcialmente na bacia do Ribeirão do Lipa.

Bairros	Área (ha)	Região	População	Renda	Dens. Populacional (hab/ha)
Alvorada	230,12	Oeste	14.065	médio-alta	61,12
Paiguás	66,60	Norte	3.776	média	56,70
Jardim Ubirajara	118,00	Oeste	856	médio-baixa	7,25
Jd. Florianópolis	71,54	Norte	3.702	baixa	51,75
Paraíso	97,73	Norte	4.830	baixa	49,42
Jardim Vitória	118,00	Norte	9.014	baixa	76,39
C.P.A.	731,67	Norte	1.346	baixa	1,84
Despraiado	269,93	Oeste	6.902	média	25,57
Santa Marta	62,82	Oeste	952	médio-alta	15,15
Santa Rosa	187,67	Oeste	1.368	alta	7,29
Quilombo	148,12	Oeste	8.415	médio-alta	56,81
Duque de Caxias	208,21	Oeste	4.034	médio-alta	19,37
Ribeirão da Ponte	37,56	Oeste	2.287	médio-baixa	60,89
Ribeirão do Lipa	396,87	Oeste	1.995	baixa	5,03
Jardim Mariana	82,60	Oeste	900	médio-alta	10,90
Novo Colorado	76,33	Oeste	3.245	baixa	42,51

Fonte: Cuiabá (2007)

METODOLOGIA

O método adotado para a avaliação da qualidade ambiental urbana consiste no uso de indicadores, que devem ser capazes de expressar numericamente as características dos diversos bairros que formam a área urbana da bacia do Ribeirão do Lipa, e que quando agregados e resumidos a um único número, ou seja, a um índice sintético, possam expressar a qualidade do ambiente urbano avaliado.

A escolha dos indicadores foi realizada a partir de levantamento bibliográfico sobre o tema, através de buscas em publicações científicas e arquivos além de informações em órgãos públicos. A partir dos dados reunidos foi possível avaliar quais indicadores mais relevantes para a análise do ambiente urbano e que melhor se adaptam ao tipo de estudo. Na escolha dos

indicadores foi considerada apenas a parte da bacia inserida dentro dos limites do perímetro urbano, em especial os bairros, devido a maior disponibilidade de dados sistematizados e espacializados. A unidade de análise para o estudo da qualidade ambiental adotada foi o bairro, por guardar relativa uniformidade no padrão de ocupação do solo urbano.

Para esse trabalho foram escolhidos indicadores que melhor se adaptam a realidade local em questão e apresentam maior simplicidade no tratamento dos dados. Além disso também foi observada disponibilidade de dados acerca dos indicadores e a sua capacidade de permitir comparações. A tabela abaixo mostra quais os indicadores utilizados e como eles se organizam para dar forma ao índice de qualidade ambiental urbana (IQUA) de um determinado bairro.

Tabela 2: Esquema geral do sistema de indicadores propostos e os seus respectivos pesos.

Indicadores	Composição dos Indicadores	Índices parciais	Peso dos Indicadores	IQUA
Abastecimento de água	Percentual de cobertura da rede de abastecimento/100 - <i>Iabs</i>	0 – 1	15	100
Esgotamento sanitário	Quantificação e classificação do modo de disposição ou afastamento dos esgotos - <i>Ies</i>	0 – 1	35	
Limpeza pública urbana	Percentual de cobertura dos serviços de coleta de lixo/100 - <i>Ilpu</i>	0 – 1	20	
Pavimentação das ruas	Percentual de pavimentação das vias/100 - <i>Ipav</i>	0 – 1	15	
Cobertura Vegetal	Percentual de Cobertura Vegetal/100 - <i>Icv</i>	0 – 1	15	

Fonte: Adaptado de Borja (1998) e Braga (2004).

Os indicadores relacionados na primeira coluna da tabela acima foram adotados devido a sua relevância e capacidade de expressar através de índices as condições de qualidade do ambiente urbano. A segunda coluna da Tabela 2 mostra de forma resumida a composição dos indicadores, ou seja, como os dados para a obtenção dos índices parciais

Os indicadores, após terem sido selecionados, tiveram seu peso (coluna 4) na definição do índice

final de qualidade ambiental estabelecido a partir dos modelos adotados de Borja (1998), Rufino (2002) e Braga et al. (2004) em estudos de qualidade ambiental urbana. Um fator que também foi considerado na determinação do peso dos indicadores foi a sua importância na construção de um ambiente urbano de qualidade para a população.

O índice de qualidade ambiental urbana – IQUA (coluna 5 da Tabela 2) é dado pela soma dos

indicadores parciais correspondentes já multiplicados pelo seu respectivo peso, como mostra a equação abaixo:

$$IQU = I_a P_a + I_b P_b + I_c P_c + I_d P_d + I_e P_e$$

Onde:

IQU: índice de qualidade ambiental urbana

I: índice parcial

P: peso do respectivo índice parcial (Tabela 3)

Os resultados do índice de qualidade ambiental se classificam como ilustra tabela abaixo:

Tabela 3: Gradação do Índice de Qualidade Ambiental Urbana

Classe de IQU	Valor do IQU	Nível de qualidade ambiental urbana
A	85 – 100	Ótimo
B	65 – 85	Bom
C	50 – 65	Intermediário
D	25 – 50	Ruim
E	0 - 25	Péssimo

Fonte: Adaptado de Borja (1998) e Rufino (2002)

A seguir segue o detalhamento de como foi realizado o cálculo dos índices utilizados neste trabalho.

Cálculo do índice de esgotamento sanitário (Ies)

Foram atribuídos pesos que variam de acordo com a forma de disposição dos esgotos. Como situação ideal foi considerada a coleta e tratamento dos esgotos (peso 1) e a pior situação a inexistência de formas de disposição ou afastamento dos resíduos (peso 0).

O Índice de Esgotamento Sanitário (Ies) formulado é dado pela seguinte equação:

Onde:

$$Ies = \frac{p_1 t_1 + p_2 t_2 + \dots + p_n t_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}$$

tn: porcentagem do tipo de disposição/afastamento na unidade avaliada

pn: fator de peso atribuído para o tipo de disposição do esgoto de acordo com a tabela 4

Ies: Índice de esgotamento sanitário

O resultado do indicador é obtido através do cálculo da média ponderada entre a o percentual de determinada forma de disposição dos esgotos e o peso atribuído ao respectivo tipo de disposição, relacionado na tabela 4. O índice de esgotamento sanitário (Ies) resulta da somatória das médias ponderadas para cada tipo de disposição.

Tabela 4: Formas de disposição/afastamento dos esgotos e o respectivo peso de cada uma na avaliação da qualidade ambiental.

Forma de disposição/afastamento dos esgotos	Peso
Rede de esgoto com tratamento posterior	1,0
Rede de esgotos ou drenagem sem tratamento posterior	0,5
Fossa séptica	0,4
Fossa rudimentar	0,2
Vala ou outro escoadouro	0,1
Sem dispositivo de afastamento	0,0

Cálculo do índice de abastecimento de água (*Iabs*)

Onde:

$$Iabs = \left(\frac{n}{t} \right)$$

n: Número de domicílios ligados a rede de determinado bairro

t: Número de domicílios particulares permanentes de determinado bairro

Iabs: Índice de abastecimento de água

Cálculo do índice de limpeza pública (*Iipu*)

O índice de limpeza pública foi formado a partir do percentual de abrangência da coleta de lixo, seja ela realizada pelo serviço da prefeitura ou por empresas particulares, nos bairros da bacia do Ribeirão do Lipa. Esse Indicador foi construído a partir de dados secundários provenientes da própria prefeitura da capital.

Onde:

$$Iipu = \left(\frac{Da}{Td} \right)$$

Da: domicílios atendidos pelo serviço de coleta de lixo

Td: total de domicílios

Iipu: Índice de limpeza pública

Cálculo do índice de pavimentação das ruas (*Ipav*)

O índice de pavimentação das ruas na bacia do Ribeirão do Lipa foi feito através da medição do traçado das vias dos bairros inseridos nela. Posteriormente foi realizada a discriminação entre vias pavimentadas e não pavimentadas, sendo que não foi considerado o tipo de pavimento utilizado ou seu estado de conservação. O índice proposto corresponde à razão entre o total de vias pavimentadas e a extensão total das vias no respectivo bairro, como exposto na equação abaixo.

Onde:

$$Ipav = \left(\frac{Lpav}{Ltotal} \right)$$

Lpav.: extensão de vias pavimentadas

Ltotal: total de vias (com e sem asfaltamento)

Ipav: índice de pavimentação das ruas.

Cálculo do índice de cobertura vegetal

O índice de cobertura vegetal foi obtido através da análise espacial com o auxílio do programa Spring 5.1.6 de imagens do satélite Resource-Sat 1, com resolução espacial de 24 metros. Foram consideradas na classificação das imagens todas as áreas detectadas pelo sensor do satélite como cobertas por vegetação, incluindo áreas gramadas e copas de árvores.

Onde:

$$Icv = \left(\frac{Aveg}{Atotal} \right)$$

Aveg: Área coberta por vegetação em determinado bairro (hectares)

Atotal: Área total do bairro (hectares)

Icv: Índice de cobertura vegetal

Foi considerada como situação ideal a cobertura vegetal de 30% ou mais da área total e a ela atribuída o peso máximo (índice 1). A situação crítica (índice 0) foi considerada a cobertura vegetal inferior a 5% que segundo Oke (1973 *apud* LOMBARDO 1985) determinam características similares as de um deserto. Através de interpolação são atribuídos os índices para os bairros cujo percentual de cobertura vegetal se situa entre 5 e 30 %.

AValiação da qualidade ambiental

Os indicadores utilizados são compostos de dados secundários, obtidos através de publicações da Prefeitura municipal de Cuiabá (de suas Secretarias e Órgãos), e de dados obtidos e trabalhados por esse estudo, com a finalidade de enriquecer a avaliação da qualidade ambiental.

Os indicadores foram àqueles capazes de espacializar os atributos avaliados, pois desta forma torna possível além de conhecer o estado do ambiente, apontar quais os espaços de menor qualidade. Para

cada indicador adotado foi atribuído um peso, que corresponde ao seu grau de significância na determinação do IQAU.

De modo a atender o nível da espacialização pretendido para o trabalho, os indicadores utilizados para gerar o índice de qualidade ambiental foram agrupados por bairro. O bairro foi adotado como unidade de avaliação por reunir aspectos importantes como a disponibilidade de dados sistematizados e confiáveis (necessários para a criação de indicadores) e por representarem relativa uniformidade na ocupação do solo, podendo ser tratados como unidades na espacialização dos indicadores. A partir da análise das partes que a formam (bairros) foi feita a caracterização da parte urbana bacia do Ribeirão do Lipa.

Para este trabalho foram utilizados os seguintes índices/indicadores: índice de limpeza pública, índice de abastecimento de água, índice de esgotamento sanitário, índice de pavimentação viária e índice de cobertura vegetal. Pode ser percebido que quatro dos cinco indicadores utilizados estão relacionados à disponibilidade de infraestrutura, o que vai de encontro com a maioria dos conceitos de QAU abordados na revisão deste trabalho. Para efeito de avaliação, o índice máximo é 1 (melhor situação) e o mínimo é zero (pior situação).

A Tabela 5 traz os resultados dos cálculos para todos os índices utilizados nesse trabalho, permitindo uma comparação direta dos resultados entre os bairros.

Tabela 5: Índices obtidos para os bairros da bacia do Rib. do Lipa.

Bairros	<i>Ibas</i>	<i>Ilpu</i>	<i>Icv</i>	<i>Ipav</i>	<i>Ies</i>
Alvorada	0,963	0,982	0,23	0,803	0,42
Despraiado	0,783	0,675	1	0,562	0,332
Jardim Vitória	0,925	0,893	1	0,259	0,204
Jardim Florianópolis	0,908	0,836	0,38	0,157	0,151
CPA	0,369	0,795	1	0,461	0,143
Jardim Ubirajara	0,915	0,665	1	0,412	0,258
Paraíso	0,892	0,956	1	0,168	0,234
Quilombo	0,952	0,993	0,33	1	0,442
Duque de Caxias	0,957	0,997	1	1	0,405
Santa Marta	0,984	0,973	1	0,569	0,414
Jardim Mariana	0,996	0,825	1	0,784	0,383
Ribeirão da Ponte	0,991	0,945	0,68	0,402	0,374
Ribeirão do Lipa	0,983	0,624	1	0,338	0,395
Santa Rosa	0,979	0,985	1	0,82	0,426
Novo Colorado	0,952	0,876	1	0,32	0,147
Paiguás	0,916	0,888	0,63	0,563	0,335
MÉDIA	0,917	0,902	1	0,531	0,326

Através dos *Ilpu* fica evidente que o serviço de coleta de resíduos ainda deixa de atender expressiva parcela de domicílios de alguns bairros, como o Jardim Ubirajara, Ribeirão do Lipa, Despraiado e CPA. Somando-se a isso a cidade de Cuiabá como um todo tem passado atualmente por problemas envolvendo

a coleta e destinação final dos resíduos, o que tem resultado falhas na cobertura dos serviços de limpeza pública. Essa situação tem reflexo direto sobre a qualidade do ambiente urbano, pois além causar acúmulo de lixo pode levar a própria população dar destinação final aos resíduos. Atualmente todo o resíduo coletado

pela empresa contratada pela prefeitura tem como destino final o aterro sanitário, sendo que pequena parte do lixo passa por triagem de material para reciclagem.

A disposição inadequada dos resíduos em terrenos baldios, margens de cursos d'água e lixões

(Figura 3) trás danos ao ambiente e a qualidade de vida da população, podendo obstruir as redes de drenagem facilitando enchentes, e servindo ainda como local para proliferação de vetores como o mosquito da dengue.



Figura 3: Lixo no leito do córrego afluente do Rib do Lipa no bairro Alvorada(a) e entulho em terreno baldio no bairro Despraído (b).

Em relação aos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto, Esrey (1996) explica que a cobertura pelos serviços de abastecimento de água consegue acompanhar de perto o crescimento populacional, enquanto o mesmo não ocorre com os serviços de coleta de esgoto, pois o abastecimento é encarado pelas comunidades como uma demanda urgente. O processo descrito acima pode ser percebido na bacia do Ribeirão do Lipa, quando comparamos os índices de abastecimento e índices de esgotamento sanitário, onde temos o índice médio de abastecimento na faixa de 0,917 para *Iabs*, enquanto o *Ies* médio para a área urbana da bacia fica na faixa de 0,326 (Tabela 5).

Os bairros que apresentam menores índices de cobertura por serviços de abastecimento de água são aqueles compostos por assentamentos informais, ou criados a partir deles. Um exemplo dessa situação é o bairro CPA, que apresenta o mais baixo dos índices de cobertura, 36,9% e é formado pelos assentamentos informais Jardim Itapuã, Três Poderes, Paiaguás II além de outros loteamentos.

De maneira geral o *Iabs* para os bairros apresentou nível superior a 0,9 indicando que a cobertura dos serviços de abastecimento está acima dos 90% do total de domicílios, o que pode ser considerado

satisfatório, especialmente se considerado a forma como se procedeu a urbanização na bacia. Atualmente os serviços de captação, tratamento e distribuição de água na cidade de Cuiabá encontram-se sob responsabilidade da SANECAP.

Os resultados obtidos para o *Icv* permitem observar que a área urbana da bacia do Ribeirão do Lipa possui expressivas áreas de cobertura vegetal, sendo que dos 16 bairros que a compõe, 11 deles possuem cobertura vegetal acima ou igual ao índice recomendado. Os outros 5 bairros que tiveram um índice de cobertura vegetal abaixo do recomendado por Oke (1973 *apud* LOMBARDO 1985) foram: Alvorada, Jardim Florianópolis, Paiaguás, Quilombo, e Ribeirão da Ponte. Entretanto nenhum desses cinco bairros teve *Icv* menor que 5%, o equivalente a desertos florísticos.

Os bairros da bacia do Ribeirão do Lipa como um todo, possuem cobertura vegetal de 40,3% o que está acima do percentual recomendado. Se forem somadas as áreas de expansão esse percentual sobe para aproximadamente 45%. A manutenção das áreas de vegetação tem grande importância, especialmente em cidade de clima quente, como Cuiabá, por auxiliar o balanço térmico das áreas urbanas, reduzindo as ilhas de calor e melhorando a qualidade do ar.



Figura 4: Zonas de interesse ambiental (ZIAs) nos bairros Ribeirão do Lipa e Duque de Caxias (a) e invasão de APP no bairro Despraiado (b).

De maneira geral a parte urbana da bacia do Ribeirão do Lipa possui alto índice de cobertura vegetal, especialmente se comparado com os índices propostos. A manutenção das grandes áreas de vegetação dentro do perímetro urbano da bacia pode ser creditada aos esforços despendidos na criação das Unidades de Conservação e ZIAs (Figura 4a), que ainda carecem de regulação. Em relação as ZIAs o próximo passo, consiste na regulação do uso do solo, deve ser dado no sentido de consolidar o seu papel e os benefícios que traz a cidade como região preservada. Isso tudo deve ser conduzido de forma a garantir que seu uso futuro atenda a população como um todo, trazendo ganhos à qualidade de vida da população.

O *Ipav* médio obtido para a bacia foi de 0,531, indicando que significativa parte das vias da encontram-se sem pavimentação, o que influi negativamente para a qualidade do ambiente urbano da cidade por trazer transtornos a população, além de apontar para a deficiência de infraestrutura.

É interessante observar que apesar de importante dentro do cenário urbano, a pavimentação das vias pode ter alguns aspectos negativos, tais como o aumento do escoamento superficial da chuva, ao passo que dificulta a infiltração da água e interferência no balanço térmico, ao absorver a calor, contribuindo com a formação de ilhas de calor.

Para minimizar os aspectos negativos da pavimentação podem ser tomadas medidas, que são mais efetivas se consideradas na etapa do planejamento da urbanização como o dimensionamento das calçadas para comportar arborização e jardins, e adoção de pavimentos permeáveis, para minimizar o escoamento superficial.

Na Figura 5 pode ser observado que as vias pavimentadas se distribuem de maneira desigual pela bacia, concentrando-se na parte sudeste, próximo ao centro de Cuiabá, onde se concentram os bairros mais antigos, enquanto nos bairros periféricos, tais como Jardim Vitória, Jardim Florianópolis, Paraíso e Novo Colorado, o percentual de vias pavimentadas é baixo, estando essa situação provavelmente relacionada ao fato de alguns desses bairros terem surgido a partir de invasões.

Diferente dos demais índices, o *Ies* sintetiza em um só número tanto os aspectos relacionados às formas de disposição/afastamento do esgoto quanto àqueles relacionados à sua abrangência nos bairros pesquisados. O *Ies* é o que tem o maior peso na formação do índice final de qualidade ambiental, respondendo por 35% do índice final devido a sua importância na configuração de um ambiente urbano saudável.

De acordo com o método de cálculo do índice de esgotamento sanitário utilizado no trabalho, nenhum dos bairros alcançou valores acima

de 0,50 sendo o *Ies* médio dos bairros de 0,326, um resultado muito baixo. Isso é possivelmente, reflexo da inexistência de rede pública para coleta afastamento e tratamento dos efluentes líquidos na bacia. Os bairros que alcançaram melhores índices de esgotamento são aqueles que fazem uso da rede de drenagem urbana no afastamento dos efluentes. Essa medida é a que se mostra mais conveniente num cenário sem redes de esgoto, trazendo menos riscos diretos a saúde da população.

IQAU dos bairros da bacia do Ribeirão do Lipa

Depois de realizados os cálculos dos índices parciais para todos os bairros da bacia e atribuir a cada um deles o seu respectivo peso, eles foram somados e assim obtidos os IQAU, como mostra a Tabela 6. As duas últimas colunas trazem o IQAU expresso em valores que podem variar de zero (pior situação) a cem (melhor situação), e o seu respectivo nível, atribuído de acordo com o indicado na Tabela 3.

Tabela 6: Índices parciais e o índice final de QAU e seus pesos, para os bairros da bacia Ribeirão do Lipa.

BAIRROS	<i>Ilpu</i> (20)	<i>Iabs</i> (15)	<i>Ies</i> (35)	<i>Ipav</i> (15)	<i>Icv</i> (15)	Índice de Qual. Amb. Urbana (IQAU)	
Alvorada	19,63	14,44	14,69	12,05	3,45	64,26	Intermediário
Despraiado	13,50	11,74	11,64	8,43	15	60,31	Intermediário
Jardim Vitória	17,87	13,87	7,13	3,88	15	57,75	Intermediário
Jd. Florianópolis	16,72	13,62	5,29	2,35	5,7	43,68	Ruim
CPA	15,90	5,54	5,01	6,91	15	48,36	Ruim
Jardim Ubirajara	13,30	13,72	9,02	6,19	15	57,23	Intermediário
Paraíso	19,13	13,38	8,20	2,52	15	58,23	Intermediário
Quilombo	19,87	14,29	15,47	15,00	4,95	69,72	Bom
Duque de Caxias	19,95	14,35	14,16	15,00	15	78,46	Bom
Santa Marta	19,46	14,76	14,48	8,53	15	72,23	Bom
Jardim Mariana	16,49	14,94	13,42	11,76	15	71,61	Bom
Ribeirão da Ponte	18,90	14,86	13,09	6,03	10,2	63,08	Intermediário
Ribeirão do Lipa	12,49	14,74	13,84	5,07	15	61,14	Intermediário
Santa Rosa	19,69	14,68	14,90	12,30	15	76,57	Bom
Novo Colorado	17,52	14,28	5,14	4,80	15	56,74	Intermediário
Paiguás	17,77	13,74	11,73	8,44	9,45	61,13	Intermediário
Média	18,50	13,75	11,41	7,96	15	66,62	Bom

Dos dezesseis bairros inseridos na bacia nove apresentaram índice na faixa do intermediário, cinco na faixa correspondente a bom IQAU e dois avaliados como ruins.

Um ponto interessante a ser observado na tabela acima que faz a composição dos índices parciais é que todos os bairros apresentaram desempenho ruim no índice de esgotamento sanitário, enquanto nos demais índices apresentaram valores que permitiria uma boa ou ótima avaliação, salvo poucas exceções.

O bairro Jardim Florianópolis que teve a pior avaliação no geral (Tabela 6), pode ter seus índices creditados aos baixos índices de cobertura vegetal, e de pavimentação e esgotamento sanitário. As deficiências apresentadas nesse bairro são características de ocupações que surgiram na informalidade, sem o planejamento e infraestrutura necessárias. A situação do bairro, entretanto já foi regularizada pela prefeitura juntamente com o bairro Jardim Vitória, sendo atualmente reconhecido com loteamento regularizado (CUIABÁ, 2010).

É possível observar na Figura 5 que o nível de IQAU dos bairros apresenta uma tendência na sua distribuição espacial, concentrando as áreas de melhor qualidade na porção sul da bacia, próximo da região

central da cidade, enquanto as áreas de menor qualidade localizam-se na parte norte da bacia, afastadas do centro.

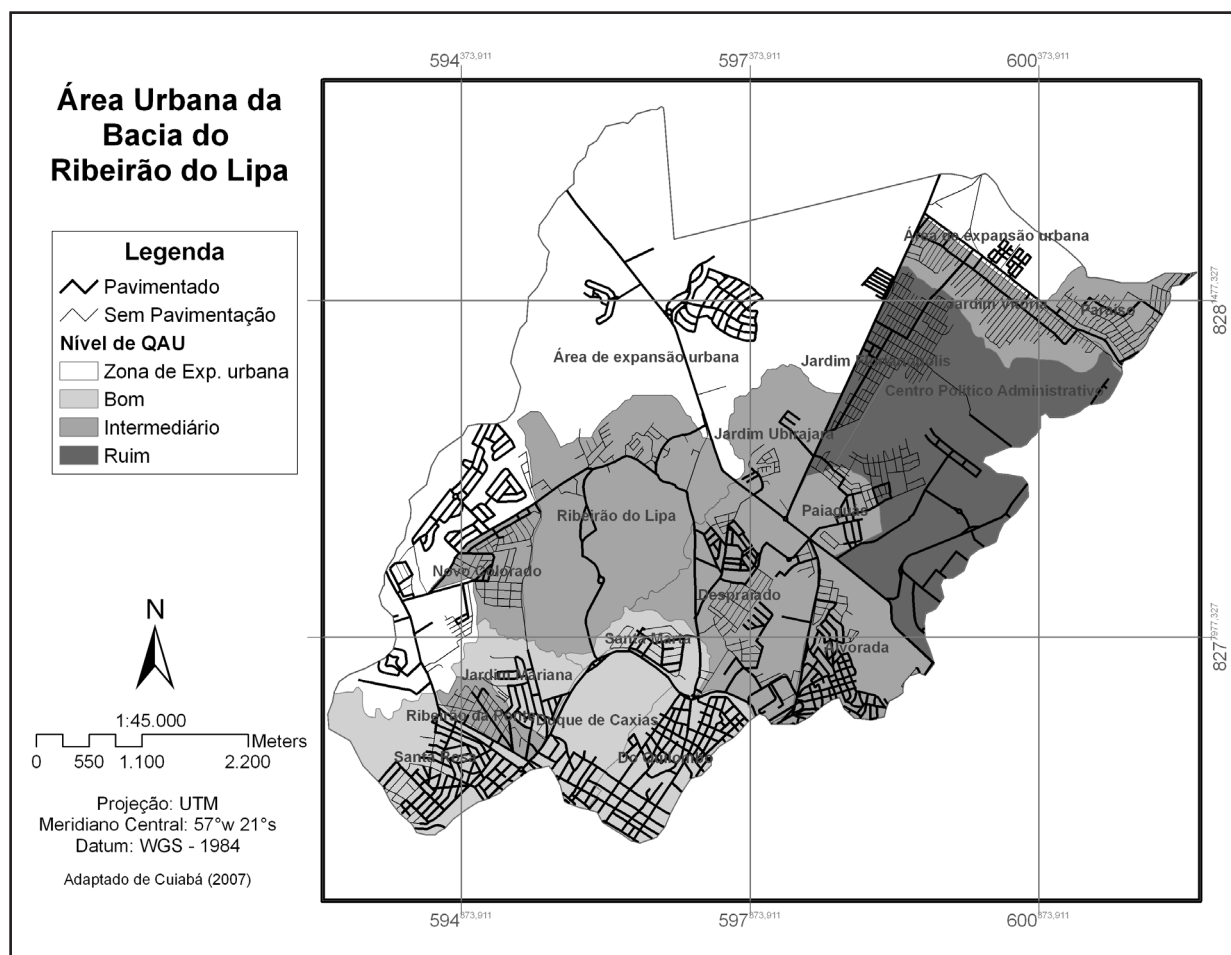


Figura 5: Nível de QAU e distribuição das vias nos bairros da bacia.

Das avaliações consideradas boas, pode se destacar que, todos os bairros tiveram sua origem e crescimento decorrentes de loteamentos e ocupações regularizadas, não se caracterizando a urbanização a partir dos assentamentos informais

CONCLUSÕES

A aplicação do método de análise da qualidade ambiental urbana a partir de indicadores propostos mostrou-se factível ao passo que foi capaz de expressar diferenças entre os IQAU dos bairros da bacia com

significativa aproximação da realidade possível de ser observada nesses bairros.

Pode-se concluir através de comparações entre os IQAU que os bairros localizados próximo ao centro da cidade possuem um ambiente urbano de melhor qualidade que os bairros mais afastados do centro da cidade, localizados nas regiões periféricas. Essa diferença está diretamente relacionada à oferta de infraestrutura na região central da cidade, o que pode ser claramente observado através do índice de pavimentação viária.

Com relação aos demais índices trabalhados é possível fazer as seguintes observações: a bacia do Ribeirão do Lipa encontra-se bem servida no que diz respeito à existência de áreas verdes; o resultado baixo do *Ipav* para os padrões de uma área urbana pode ser atribuído a um fator principal - os assentamentos irregulares por meio de invasões que dificultam legalização e o oferecimento de infraestrutura para alguns bairros e por último há uma grande deficiência de infraestrutura sanitária, que pode ser percebido pelos baixos *Ies* obtidos, e que constituem requisito fundamental para a qualidade do ambiente e de vida da população.

REFERÊNCIAS

- BORJA, P. C. Metodologia para a Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana em Nível local. In: *XXVI CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Anais eletrônicos...* Lima/Peru, 1998. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/peru/braiaa222.pdf> Acesso em: 10 abr. 2010.
- BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P.; DUARTE, G. S. SOUSA, J. C. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. *Nova Economia*. Belo Horizonte. Set. – dez. 2004, p.11-33.
- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988.
- COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 25
- COSTA, R. V. *Crescimento demográfico e poluição do meio ambiente*. Rio de Janeiro. BNH, 1973. 63p.
- CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. *Composição dos Bairros de Cuiabá – Data base: dezembro de 2009 / IPDU - Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano*. Cuiabá: 2010. 62p.
- CUIABÁ. Prefeitura. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. *Perfil Socioeconômico de Cuiabá*. Volume III. Cuiabá: Central de Texto. 2007.530p.
- ESREY, S. A. Water, waste and well-being: A multicountry study. *American Journal of Epidemiology*, Vol. 143, No 6, 1996. Disponível em: <http://aje.oxfordjournals.org/cgi/reprint/143/6/608> . Acesso em: 02 ago. 2010.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2000*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/ . Acesso em: 15.jul. 2010.
- LIMA, J. B. e RONDON LIMA, E. B. N. Qualidade das águas das principais sub-bacias urbanas do município de Cuiabá. In: FIGUEIREDO, D. M. e SALOMÃO, F. X. T. *Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental*. Cuiabá/MT. Entrelinhas. EdUFMT, p.140-145. 2009.
- LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. Qualidade ambiental urbana em Oswaldo Cruz/SP. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. 2009. Viçosa-MG. *Anais eletrônicos...* Viçosa-MG: UFV, 2009. Disponível em: www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos Acesso em: 10 abr. 2010.
- LOMBARDO, M. A. *Ilha de calor nas metrópoles*. O exemplo de São Paulo. São Paulo, Hucitec, 1985, p. 244.
- LUENGO, Gerardo. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica. IV SEMINÁRIO LATINOAMERICANO DE CALIDAD DE VIDA URBANA Tandil. 1998 *Anais...* Tandil: 1998
- MATTOS, S. H. V. L. *Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas-SP)*. 2005. 125f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 2005.

MERICO, L. F. K. *Introdução à economia ecologia*. Blumenau: Ed. da FURB, 1996.

MORATO, Rúbia Gomes et al. Mapeamento da qualidade de vida urbana no município de Osasco/SP. In: III ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE. *Anais eletrônicos...* Brasília-DF 2006. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/index.html. Acesso em: 10 abr. 2010.

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. 2ª ed. - Curitiba: O Autor, 2008. 150 p.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. *OECD environmental indicators development, measurement, and use*. Paris: OECD, 2003. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>. Acesso em: 17jul. 2010.

RUFINO, R. C. *Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais*. 2002. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Santa Catarina (UFSC). 2005. Disponível em: <http://www.openthesis.org/documents/da-Qualidade-Ambiental-no-de-444148.html> Acesso em: 28 jun. 2010.