

CONFERIDO  
PROC. N.º 018.075 / 2009  
RUB. Flavica  
PRPG) B125 / 1202

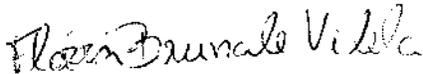
## ERRATA

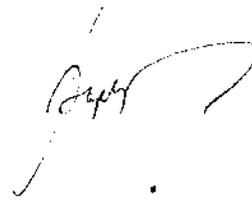
Eu, Flavia Brunale Vilela de Moura Leite, ex-aluna do curso de Mestrado em Engenharia Civil, informo que deve-se considerar a seguinte errata nas páginas: Capa, Folha de Rosto, Folha de aprovação, VI e VII

onde se lê: Flávia Brunale Vilela de Moura Leite

Leia\_se: Flavia Brunale Vilela de Moura Leite

Sem mais.

  
Flavia Brunale Vilela de Moura Leite



Prof.ª. Dr.ª. Rozely Ferreira dos Santos  
Orientadora

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**Flávia Brunale Vilela de Moura Leite**

**Avaliação da Eficiência na Conservação  
de Recursos Hídricos em Comunidades  
Sustentáveis**

**Campinas**

**2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**Flávia Brunale Vilela de Moura Leite**

**Avaliação da Eficiência na Conservação de Recursos Hídricos  
em Ecovilas**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos Energéticos e Ambientais.

**Orientadora: Rozely Ferreira dos Santos**

**Campinas**

**2011**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

L536a Leite, Flávia Brunale Vilela de Moura  
Avaliação da eficiência na conservação de recursos  
hídricos em comunidades sustentáveis / Flávia Brunale Vilela  
de Moura Leite. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Rozely Ferreira dos Santos.  
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo.

1. Planejamento ambiental. 2. Desenvolvimento  
sustentável. 3. Indicadores de sustentabilidade. 4. Ecologia  
urbana (Biologia). I. Santos, Rozely Ferreira dos. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Assessment of efficiency in the conservation of water resources in  
sustainable communities

Palavras-chave em Inglês: Environmental planning, Sustainable development,  
Sustainability indicators, Urban ecology (Biology)

Área de concentração: Recursos Hídricos Energéticos e Ambientais

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: José Anderson do Nascimento Batista, Maristela Simões do  
Carmo

Data da defesa: 26-08-2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

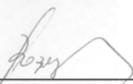
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

**Flávia Brunale Vilela de Moura Leite**

**Avaliação da Eficiência na Conservação de  
Recursos Hídricos em Comunidades Sustentáveis**

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Recursos Hídricos Energéticos e Ambientais.

**Comissão Examinadora**



Prof. Dr<sup>a</sup>. Rozely Ferreira dos Santos

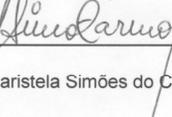
**Orientadora e Presidente**

FEC-Unicamp



Prof. Dr. José Anderson do Nascimento Batista

FEC-Unicamp



Prof. Dr<sup>a</sup>. Maristela Simões do Carmo

FCA-UNESP

**Campinas, 26 de Agosto de 2011**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à meus  
pais, responsáveis diretos  
por esta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais por todo apoio e amor incondicional que me fizeram chegar até aqui. Ensinando-me valores e a ser sempre forte, independente das adversidades. Aos meus irmãos, Fernando e Carina e a cada gesto de amor, de apoio e de amizade.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo, fundamental para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Geográfico e Cartográfico - IGC e à Secretaria de Meio Ambiente do estado de São Paulo por disponibilizarem as bases cartográficas.

À FAEPEX-Unicamp pelo apoio financeiro que permitiu os levantamentos de campo.

À todos os moradores e responsáveis das comunidades de Piracaia e Porangaba, pela disponibilidade em me receber e fazerem parte deste estudo.

À Roze, por toda sua paciência, dedicação e exemplo de força, coragem, perseverança e amor na vida e no trabalho.

À Rosana e Miriam secretárias do Departamento de Recursos Hídricos da Faculdade de Engenharia Civil-Unicamp, sempre prontas a ajudar e fazendo o possível para isso.

À todos os integrantes do LAPLA, mas precisamente todos aqueles com os quais tive contatos diários com muito trabalho, muita conversa e boas risadas, Aninha, Dani, Guilherme, o Gui é ele, Isa, Lidia, Sueli Talita, Vivian, minha companheira de campo, muito obrigada! e Verônica.

À Jéssica Harue Matsuoka por me acompanhar desde a graduação, mais ainda no período do Mestrado, por me ouvir, apoiar e me mostrar o valor de uma amizade verdadeira.

À Gilka Vasconcelos Rocha por ter entrado na minha vida num período tão complicado e ter sido a melhor *roommate* que eu já tive! Quantas conversas e risadas noites a fora!

Ao Flávio por toda sua paciência e compreensão.

Ao Rodrigo pela orientação na confecção dos mapas.

À Professora, Maria Angela Fagnani Feagri-Unicamp, pelas contribuições na Banca de Qualificação, pelas discussões, conselhos e ajuda na realização deste trabalho.

## RESUMO

BRUNALE, Flávia V. M. L. **Avaliação da Eficiência na Conservação de Recursos Hídricos em Comunidades Sustentáveis**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2011. 99p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2011.

Com a finalidade de garantir a sustentabilidade ambiental dos núcleos urbanos, dois aspectos devem ser considerados: a gestão consciente dos recursos naturais e a aplicação efetiva dos conceitos de sustentabilidade nos assentamentos urbanos. Diante disto, é necessário olhar para modelos alternativos, que fogem do padrão de uso dos recursos e produção de resíduos, como as ecovilas ou comunidades sustentáveis. Essas pequenas comunidades experimentais vêm se ampliando, mas não há efetivamente avaliações da eficiência de implantação de suas propostas pressupostamente inovadoras, principalmente em relação aos recursos hídricos. Por essa razão, o objetivo deste estudo foi avaliar e medir a distância entre duas áreas declaradas ecovilas (Piracaia e Porangaba, SP) e o cenário ideal para uma comunidade sustentável, tecnicamente construído a partir de indicadores de sustentabilidade voltados para os recursos hídricos. Para obter essas distâncias foram feitos levantamentos de campo, sobrepostos mapas de meio físico e uso da terra e aplicados questionários junto às comunidades. As respostas foram avaliadas pelo método programação por compromisso (Compromisse Programming -CP). Os resultados demonstraram que ambas as comunidades estão distantes do cenário ideal e que há uma diferença distinta entre a interpretação dos indicadores de sustentabilidade que levam a uma condição inadequada e a percepção das comunidades sobre eles.

**Palavras-chave:** Planejamento ambiental; desenvolvimento sustentável; indicadores de sustentabilidade; ecologia urbana.

## ABSTRACT

BRUNALE, Flávia V. M. L. **Assessment of Efficiency in the Conservation of Water Resources in Sustainable Communities**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2011. 99p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2011.

In order to ensure the environmental sustainability of urban areas, two aspects must be considered: the conscientious management of natural resources and effective application of the concepts of sustainability in urban settlements. In this direction, the ecovillages or sustainable communities are the new alternatives to apply conscientious models to use of natural resources and waste disposal for urban settlements. These small and experimental communities have been growing, without an effective evaluation of the efficiency of the innovative proposals to conscientious use for the water resources. For this reason the goal of this study was to evaluate and measure the distance between two ecovillages (Piracaia and Porangaba, São Paulo - Brazil) to an ideal scenario for a sustainable community. This ideal scenario was technically constructed from indicators of water resources sustainability. The methodological strategy used to achieve these results included field works and overlapping land use and water resources maps of these two communities. The answers obtained in field work were evaluated by the method of compromise programming (CP). The results showed that both communities are distant from ideal scenario and that there is a distinct difference between the interpretation of sustainability indicators that lead to an inadequate condition and the perception of communities about them.

**Key-word:** Environmental planning; sustainable development; sustainability indicators; urban ecology.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>página</b>
Figura 1 Localização da comunidade de Piracaia – SP.....	37
Figura 2 Localização da comunidade de Porangaba –SP.....	38
Figura 3 Sistema de organização da comunidade de Piracaia-SP.....	62
Figura 4 Idade dos moradores da comunidade de Piracaia-SP.....	62
Figura 5 Sistema de organização da comunidade de Porangaba-SP.....	63
Figura 6 Idade dos moradores da comunidade de Porangaba-SP.....	64
Figura 7 Mapa de uso e ocupação da comunidade de Piracaia-SP.....	67
Figura 8 Mapa de uso e ocupação da terra da comunidade de Porangaba-SP.....	68
Figura 9 Percentual de áreas de uso e ocupação da comunidade de Piracaia-SP.....	68
Figura 10 Percentual de áreas de uso e ocupação da comunidade de Porangaba-SP.....	69
Figura 11 Limites legais de proteção da APP e ocorrência real de fragmentos florestais ao longo dos cursos de água e nascentes em Piracaia-SP.....	70
Figura 12 Limites legais de proteção da APP e ocorrência real de fragmentos florestais ao longo dos cursos de água e nascentes em Porangaba-SP.....	71
Figura 13 Mapa de curva de nível sobre mapa de uso da terra - comunidade de Piracaia-SP.....	72
Figura 14 Modelo de terreno - comunidade de Piracaia-SP.....	72
Figura 15 Mapa de curva de nível sobre mapa de uso da terra da comunidade de Porangaba-SP.....	73
Figura 16 Modelo de terreno - comunidade de Porangaba-SP.....	73
Figura 17 Parâmetros que mais pesaram na avaliação em cada comunidade sob a perspectiva técnica.(Verde: elevação da nota; Vermelho: depreciação da nota).....	75
Figura 18 Parâmetros que mais pesaram na avaliação em cada comunidade sob a perspectiva dos moradores.(Verde: elevação da nota; Vermelho: depreciação da nota).....	75
Figura 19 Distâncias padronizadas considerando os três critérios avaliados na comunidade de Piracaia-SP.....	78
Figura 20 Distâncias padronizadas considerando os tres critérios avaliados na comunidade de Porangaba-SP.....	78

## LISTA DE TABELAS

	<b>página</b>
Tabela 1 Configuração da matriz multicritério de avaliação.....	42
Tabela 2 Regras para a pontuação dos critérios.....	43
Tabela 3 Regras para atribuição dos pesos $w'$ e $w''$ .....	43
Tabela 4 Matriz de regras para atribuição do peso final ( $w_i$ ) a partir dos pesos atribuídos à importância do parâmetro e à objetividade da avaliação....	44
Tabela 5 Critério 1 e seus respectivos parâmetros que visam conservar as funções ecossistêmicas e evitar impactos aos recursos hídricos.....	46
Tabela 6 Critério 2 e seus respectivos parâmetros de um comportamento ético e adequado da comunidade na gestão dos recursos hídricos.....	52
Tabela 7 Critério 3 e seus respectivos parâmetros de gestão compartilhada pelos moradores que visam controle e monitoramento dos recursos hídrico..	55
Tabela 8 Dados de Escolaridade e Renda dos moradores das comunidades de Piracaia-SP e Porangaba-SP.....	64
Tabela 9 Dados de expectativa correspondida dos moradores com relação às comunidades de Piracaia e Porangaba.....	65
Tabela 10 Distâncias padronizadas, considerando os pesos atribuídos pelo avaliador, relativas a comunidade de Piracaia e Porangaba.....	74
Tabela 11 Distâncias padronizadas, considerando os pesos atribuídos pelos moradores, relativa a comunidade de Piracaia e Porangaba.....	74
Tabela 12 Análise considerando os pesos atribuídos pelos técnicos à comunidade de Piracaia.....	95
Tabela 13 Análise considerando os pesos atribuídos pelos moradores à comunidade de Piracaia.....	96
Tabela 14 Análise considerando os pesos atribuídos pelos técnicos à comunidade de Porangaba.....	97
Tabela 15 Análise considerando os pesos atribuídos pelos moradores à comunidade de Porangaba.....	98

## LISTA DE SIGLAS

<b>APA</b>	Área de Proteção Ambiental
<b>APP</b>	Área de Proteção Permanente
<b>CNU</b>	Conselho do Novo Urbanismo
<b>CNUMAD</b>	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente
<b>CP</b>	Programação por Compromisso
<b>CPLA</b>	Coordenadoria de Planejamento Ambiental
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IGC</b>	Instituto Geográfico e Cartográfico
<b>MIT</b>	Instituto de Tecnologia de Massachussets
<b>NRDC</b>	Conselho de Defesa dos Recursos Naturais
<b>NSSD</b>	Estratégias Nacionais para o Desenvolvimento Sustentável
<b>OECD</b>	Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>SMA</b>	Secretaria do Meio Ambiente
<b>SPOT</b>	Satélite para a Observação da Terra
<b>UNEP</b>	Programa das Nações Unidas para o Ambiente
<b>UNHCE</b>	Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Ambiente
<b>USGBC</b>	Conselho Norte Americano de Construção Verde

## SUMÁRIO

	<b>página</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b> 12
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b> 21
<b>2.2</b>	<b>Objetivo geral.....</b> 21
	<b>Objetivos específicos.....</b> 21
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b> 22
<b>3.1</b>	<b>Assentamentos Tradicionais.....</b> 23
<b>3.2</b>	<b>Conceitos sobre Ecovilas.....</b> 24
<b>3.3</b>	<b>Construções ecológicas e alternativas de manejo em comunidades sustentáveis.....</b> 27
<b>3.4</b>	<b>Indicadores de sustentabilidade.....</b> 30
<b>3.5</b>	<b>Análise por Compromisso.....</b> 34
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b> 36
<b>4.1</b>	<b>Estudos de caso.....</b> 36
<b>4.2</b>	<b>Método.....</b> 38
<b>4.3</b>	<b>Coleta de dados.....</b> 59
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b> 61
<b>5.1</b>	<b>Perfil das Comunidades.....</b> 61
<b>5.2</b>	<b>Caracterização física, vegetação, uso e ocupação.....</b> 67
<b>5.3</b>	<b>A distância entre a condição ideal e a real das comunidades.....</b> 74
	<b>Conclusões.....</b> 80
	<b>REFERÊNCIAS.....</b> 82
	<b>ANEXOS.....</b> 89
	<b>Anexo A - Questionário aplicado aos moradores das comunidades.....</b> 89
	<b>Anexo B - Tabelas detalhadas da análise por compromisso.....</b> 95

## 1 INTRODUÇÃO

Em dias atuais um dos paradigmas mais debatidos é o de desenvolvimento sustentável, traduzido por um modelo de desenvolvimento que incorpora três componentes: a sustentabilidade ambiental, a sustentabilidade econômica e a sustentabilidade sócio-política-cultural (NSSD, 2010). Essa é uma idéia defendida desde a década de 1980, descrita pela primeira vez no Relatório Brundtland, mas cujas raízes estão no Clube de Roma (Clube de Roma, 2010).

A formação do Clube aconteceu em 1968 quando um pequeno grupo de profissionais das áreas da diplomacia, da indústria, da área acadêmica e da sociedade civil se reuniu a convite de um industrial italiano e de um cientista escocês, para discutirem o dilema das relações internacionais e, em particular, as questões relacionadas com o consumo ilimitado de recursos em um mundo cada vez mais interdependente (Clube de Roma, 2010).

A originalidade da abordagem utilizada pelo Clube logo ficou evidente. Em 1972, a campanha deste grupo ganhou nova reputação mundial, com o primeiro relatório do Clube de Roma: “Os Limites do Crescimento”, encomendado pelo MIT. O relatório mostrou uma série de cenários e salientou as opções que se abrem para a sociedade quando se concilia o progresso sustentável dentro das restrições ambientais (Clube de Roma, 2010). O Clube de Roma havia mostrado de forma clara

a contradição do crescimento ilimitado e irrestrito no consumo de material num mundo finito de recursos e trouxe o tema para o topo da agenda global.

Em 1970, o livro “Limites do Crescimento” de Meadows e colaboradores teve um grande impacto mundial, pois mostrou a real situação do consumo de recursos naturais, com embasamento científico. Através de um modelo matemático desenvolvido no MIT os autores analisaram as principais variáveis relacionadas com o meio ambiente, chegando à conclusão que a humanidade deveria parar o seu crescimento e conseqüentemente o consumo de recursos naturais ao nível de 1975 (MEADOWS, *et. al* 1973).

Esta publicação causou grande repercussão por se tratar de um trabalho científico, mostrando os limites dos recursos do planeta, em um momento de grande crescimento dos países desenvolvidos.

O modelo MIT, também conhecido como “Modelo do Clube de Roma”, de forma geral, analisa cinco variáveis: população, produção industrial, poluição, produção alimentar e esgotamento dos recursos naturais. O modelo fez previsões do que poderia ter acontecido ao mundo se o comportamento humano de 1970 se mantivesse. Os pesquisadores previram uma catástrofe mundial no início do século XXI, devido principalmente ao crescimento da população. Este trabalho teve grande impacto porque era uma época de pressão internacional de ajuda aos países do terceiro mundo, e o modelo mostrava que o esforço de ajuda ao desenvolvimento, faria com que a população continuasse crescendo, o que contrapunha seus resultados.

Um trabalho também importante na época foi o modelo desenvolvido pela Fundação Bariloche, contrapondo as conclusões apresentadas pelo Modelo “MIT”. O “Modelo Bariloche”, como ficou conhecido, mostra que com políticas adequadas

dentro de uma visão de sociedade equitativa, participativa e igualitária, o ambiente e seus recursos naturais não iriam impor barreiras para o desenvolvimento (HERRERA *et. al.* 2004).

Os autores do “Modelo MIT” previram que com o crescimento da população iria haver esgotamento dos recursos e fome no mundo. Os autores do “Modelo Bariloche” mostraram que por esse problema já passavam mais da metade da humanidade (na década de 1970), e que não seria necessário esperar até o início do próximo século para acontecer a catástrofe, ela já estava acontecendo (HERRERA *et. al.* 2004).

O “Modelo MIT” (MEADOWS *et. al.* 1973) e o “Modelo Bariloche” (HERRERA *et. al.* 2004) foram trabalhos importantes de pesquisa para o futuro da Terra onde junto com outros trabalhos pioneiros, aparece pela primeira vez a preocupação com o ambiente sustentável.

Devido a vários fatores e a repercussão destes trabalhos, já em 1972 ocorreu a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Ambiente (UNHCE), realizada em Estocolmo que pela primeira vez reuniu líderes mundiais e cientistas para discutir a crescente internacionalização do ambiente e as preocupações com a poluição do ar e da água. A conferência contou com representantes de 113 países, 250 organizações não governamentais, organismos da ONU e produziu um documento com princípios de comportamento e responsabilidade que deveria governar as decisões a respeito das questões ambientais. Outro resultado deste encontro foi um Plano de Ação que convocava todos os países, membros das Nações Unidas e todas as organizações internacionais a cooperarem na busca de soluções para uma série de problemas ambientais. Embora tenha havido um amplo apoio aos compromissos e aos princípios acordados nessa reunião, em 1982, o programa ambiental da ONU (UNEP), se reuniu em Nairobi, no Quênia para uma

Conferência que ficou conhecida como “Estocolmo +10”, por ter acontecido 10 anos depois da Conferência de Estocolmo, e concluíram que pouco havia sido feito até então (SEYFANG, 2003).

Em 1983, a Assembléia Geral das Nações Unidas criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esta comissão foi composta por 10 membros de países desenvolvidos e 10 membros de países em desenvolvimento. Como presidente desta comissão foi escolhida a então ministra do meio ambiente da Noruega, Gro Harlem Brundtland, daí ser este relatório também conhecido como relatório Brundtland (SEYFANG, 2003).

De acordo com Seyfang (2003), esta comissão finaliza em 1987 o trabalho de visitar os países, fazer reuniões e consultas, com o relatório no qual aborda os principais problemas em relação ao meio ambiente e onde utiliza o termo ‘desenvolvimento sustentável’ pela primeira vez para unir os conceitos de meio ambiente e desenvolvimento de uma maneira que esteve ausente em Estocolmo. Ainda segundo este autor, a segunda grande Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) que foi realizada no Rio em 1992 redefiniu as questões identificadas em Estocolmo para a nova linguagem de desenvolvimento sustentável, e assumiu uma agenda muito ampla, abrangendo tanto questões sociais quanto as questões ambientais, a Agenda 21, um plano de ação para o desenvolvimento sustentável.

Embora a definição precisa de desenvolvimento sustentável esteja sujeita a diferentes interpretações, é geralmente aceito, que por um lado haja uma interdependência a longo prazo entre a disponibilidade de recursos naturais e a qualidade ambiental, e que por outro lado deve haver um desenvolvimento econômico estável (BOULANGER & BRÉCHET, 2005).

O desenvolvimento sustentável é uma hipótese de ordem global, que se refere às intervenções humanas e a qualidade de vida do homem, mas levando em conta o ambiente natural na perspectiva de conservar para o futuro (BEATLEY & MANNING 1997). Apesar de sua ampla popularidade, a sustentabilidade está longe de ter uma definição clara e consensual. Embora o conceito central pareça simples – viver de forma duradoura e não destrutiva – os questionamentos são muitos. Para poder entender sobre os danos que se comete no ambiente, sobre as oportunidades, serviços ecossistêmicos e limitações que ligam as ações humanas locais às ações globais é preciso ter domínio conceitual e prático sobre a paisagem (THOMPSON & SORVIG 2008; BRAND, 2009).

Nas várias definições que existem, normalmente, é feita referência à importância de viver dentro da capacidade de recuperação do ambiente sem que falte matéria prima para a produção de itens básicos, com vista a garantir a sobrevivência das gerações futuras (SEYFANG, 2003). Sob essas considerações, este estudo entende que uma sociedade só será sustentável se for capaz de responder às suas demandas de melhor qualidade de vida, proporcionando aos cidadãos uma vida saudável, produtiva e agradável no local onde vivem e, ao mesmo tempo, melhorar progressivamente as características ambientais.

Se por um lado há a disseminação desse paradigma, por outro há o fenômeno da migração da população mundial para as cidades, especialmente nas últimas décadas, isto porque as cidades aparentemente oferecem melhores oportunidades de moradia e condições de vida (GASSON, 2002). Cidades cobrem apenas 2% da superfície terrestre e metade dos 6,8 bilhões de habitantes do planeta vivem nelas (GASSON, 2002). De acordo com Li *et al.* (2009) projeta-se que cerca de 65% da população mundial viverá em áreas urbanas em 2025. Para esse autor, devido a esta abundância de recursos criada pela eficiência das cidades, a média de consumo e poluição por pessoa aumentou rapidamente, o que por sua vez aumentou

a demanda por recursos naturais e, conseqüentemente, diminuiu a sustentabilidade. O processo de urbanização pode promover rápido desenvolvimento social e econômico, mas ao mesmo tempo pode gerar muitos problemas como redução da biodiversidade, “ilhas de calor”, poluição sonora, do ar e da água, escassez de recursos, engarrafamentos, falta de habitação, entre outros. É fato que as cidades ao redor do mundo estão aumentando suas exigências por recursos naturais e energia. Em síntese, há um paradoxo que, muitas vezes conduz a grandes conflitos nas tomadas de decisão políticas e de gestão, que dificilmente conduzem o processo de urbanização para a sustentabilidade.

Para Hu & Wang, (1998), Choguill, (2008); Li *et al.*, (2009) e Satterthwaite, (2010), o discurso relativo ao aumento da urbanização é sobre concentrar os esforços para que as cidades melhorem sua sustentabilidade. Estes pesquisadores acreditam que os padrões atuais de vida urbana não se manterão indefinidamente, e as cidades irão enfrentar sérios problemas ambientais em um futuro não muito distante. De acordo com Gasson (2002), o empenho para o desenvolvimento ambientalmente sustentável foca sua atenção nas cidades por duas razões. Primeiro porque a maior parte da população mundial vive nas cidades. Segundo porque as cidades consomem 75% dos recursos naturais mundiais e produzem 75% do lixo mundial. Esta tendência da urbanização global está crescendo, projeções da ONU (2008) dizem que nas próximas duas décadas, 60% da população mundial irá residir em áreas urbanas, projeções um pouco menos catastróficas do que a de Li *et al.* (2009) citado anteriormente que prevê que 65% da população mundial viverá nas cidades. Cidades em crescimento exigem uma quantidade crescente de recursos naturais para suprir estas necessidades de sua população, e estes recursos estão sendo fornecidos a partir de áreas rurais cada vez mais distantes dos grandes centros.

De acordo com o *Worldwatch Institute*, 2009 – Organização de pesquisa norte americana dedicada a temas sobre desenvolvimento sustentável – em 2006 as pessoas do mundo todo consumiram US\$ 30,5 trilhões em bens e serviços, 28% a mais do que 10 anos antes. Entre 1950 e 2005 a produção de metais cresceu seis vezes, o consumo de petróleo subiu oito vezes e o de gás natural quatorze vezes. Atualmente, um europeu consome 43 kg/dia de recursos naturais, enquanto um americano consome 88 kg/dia. Além de excessivo o consumo é desigual. Em 2006, os 65 países de maior renda foram responsáveis por 78% dos gastos mundiais em bens e serviços, mas contam com apenas 16% da população mundial. Só os norte-americanos, com 5% da população mundial, ficaram com uma fatia de 32% do consumo global. Esses números contrapõem a noção de “pegada ecológica”, pois claramente superam as quantidades aceitáveis de uso de recursos de forma a manter a atual e futuras gerações.

Um importante ponto que deve ser considerado é que o modo de vida nas metrópoles geralmente dificulta a percepção da real dependência da sociedade em relação à natureza (SALEH, 2004; CHOGUILL, 2008). A sociedade não está apenas conectada à natureza, como se fosse um elemento externo a ela mas é parte dela. Uma alternativa apontada por Saleh, 2004 para responder a esse paradoxo é a mudança no olhar sobre “urbanização” e a procura de outros modelos e tipos de assentamentos urbanos, que possam ser chamados de “comunidades sustentáveis”. O objetivo é criar paisagens urbanas que respeitam o desejo de viver em comunidade, mas em número e condições de infraestrutura, de forma a não sobrepor a resiliência do lugar.

Nessa direção, como alternativa ao sistema urbano vigente, e visando a conservação ambiental, surgem na década de 1990 o termo ecovila, com a intenção de retomar os ideais e práticas comunitárias vividas por grupos alternativos dos anos 1960 e 1970. Esses núcleos têm a intenção de acompanhar o debate que se

estabeleceu ao final daquele século (XX) a respeito da exaustão da Natureza e de seus recursos naturais. Segundo Svensson (2002):

Ecovilas são comunidades de pessoas que se esforçam por levar uma vida em harmonia consigo mesmas, com os outros seres e com a Terra. Seu propósito é combinar um ambiente sócio-cultural sustentável com um estilo de vida de baixo impacto. Enquanto nova estrutura societária, a ecovila vai além da atual dicotomia entre assentamentos rurais e urbanos: ela representa um modelo amplamente aplicável para o planejamento e reorganização dos assentamentos humanos no século 21.

As ecovilas pretendem proporcionar aos seus moradores uma vida mais saudável, utilizando diversos métodos de construção diferentes dos convencionais, que visam aproveitamento e adaptação aos recursos naturais existentes com utilização máxima dos recursos provenientes do próprio local. São utilizadas tecnologias avançadas para auxiliar em práticas ambientalmente amigáveis (van LENGGER, 2004). Essas técnicas são comumente chamadas de construções ecológicas, que se referem à aplicação de princípios ecológicos para desenvolver assentamentos humanos em harmonia com o ambiente (HU & WANG, 1998).

Pode-se aproveitar o conceito de ecovilas como um modelo alternativo urbano. Como pequenas comunidades experimentais, as ecovilas estão dentro dos interesses mundiais para a sustentabilidade (SATTERTHWAITE, 2010). Valiosas lições práticas podem ser fornecidas na pesquisa atual para o desenvolvimento urbano adequado. Um dos principais aspectos refere-se às técnicas de construções ecológicas voltadas à conservação de água, por serem de fácil aplicação. Muito se sabe a respeito de ações potenciais de conservação dos recursos naturais, principalmente, daqueles em crescente escassez, como a água. Hoje existem diversos exemplos de ecovilas no mundo inteiro, que vendem uma imagem de respeito aos recursos naturais e de uma vida mais sustentável, no entanto, pouco se tem feito no sentido de medir esta sustentabilidade para evitar sérios problemas diante das limitações do ambiente. Sendo assim, todo e qualquer esforço direcionado à recuperação, conservação e preservação dos recursos hídricos deve ser avaliado e

monitorado para dar continuidade ao desenvolvimento econômico de forma sustentável, assegurando o bem-estar das comunidades (CORRÊA & TEIXEIRA, 2008).

Porém, especificamente para recursos hídricos, é necessário avaliar se a implantação das técnicas de construções ecológicas e a operação de seus sistemas, construídos a partir dos recursos locais, realmente atendem às exigências ambientais de equilíbrio e resiliência do meio em que se inserem. É preciso averiguar o quanto esses sistemas são ambientalmente melhores do que os sistemas tradicionais de captação, tratamento, distribuição, consumo, despejo e desperdício do recurso. É necessário avaliar a cadeia de recursos ambientais envolvidos em todo seu manejo, da captação ao despejo. É importante também observar se há o atendimento das demandas daqueles que residem em ecovilas e qual é a sua influência ou inserção na região de origem. Toda ação, mesmo “sustentável”, gera mudanças e, portanto, prováveis impactos devem ser avaliados, em virtude de sua implantação e operação (SANTOS, 2004).

Assim as técnicas de construções ecológicas, o manejo do recurso hídrico, entre outras técnicas usadas em comunidades sustentáveis são, por princípio, propostas ambientalmente éticas, mas necessitam de uma avaliação mais pormenorizada de sua eficiência (ganho de conservação por custo unitário), eficácia (maximizar os ganhos de conservação total) (LAYCOCK *et al*, 2009 ) e efetividade (capacidade de se promover os resultados pretendidos). Há necessidade de controle e monitoramento sobre as alternativas apresentadas. Espera-se que os resultados possam contribuir para o melhoramento de futuros modelos de comunidades sustentáveis e de sistemas de proteção, recuperação e conservação de recursos hídricos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Averiguar a eficiência de medidas habituais para a conservação de recursos hídricos que são adotados em comunidades apontadas como exemplos de sustentabilidade.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Obter indicadores de sustentabilidade para os recursos hídricos adequados para medida de efetividade das comunidades sustentáveis ou ecovilas.
- Medir a distância entre duas paisagens declaradas ecovilas (Piracaia e Porangaba, SP) e o cenário ideal de uma comunidade sustentável, tecnicamente construído a partir de indicadores de sustentabilidade voltados para os recursos hídricos.
- Avaliar a percepção dos moradores das duas paisagens declaradas ecovilas sobre a distância entre a situação atual com o cenário ideal.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O modelo atual de desenvolvimento urbano é autodestrutivo e as diversas iniciativas para modificar esse quadro não têm sido suficientemente efetivas para reverter o processo de deterioração global. Enquanto isso, a pressão sobre a integridade ecológica e a saúde humana continua aumentando. Por isso, iniciativas mais efetivas para alcançar a sustentabilidade são necessárias (CHOGUILL, 2008). Sendo assim, o primeiro passo para um mundo mais sustentável é aceitar as restrições da natureza e os desafios socioeconômicos que elas exigem. Nessa direção, nos últimos anos, muito se tem escrito sobre o conceito de sustentabilidade para os assentamentos humanos e como ela poderia ser alcançada (CHOGUILL, 2008). Uma porção de definições foi gerada, políticas nacionais iniciadas e novas instituições criadas para conduzir à sustentabilidade. Uma alternativa concreta e mundialmente estimulada é a implantação de ecovilas, modelos de assentamentos de comunidades sustentáveis, onde as atividades estão integradas aos elementos da Natureza, de maneira não danosa, e permitindo um desenvolvimento humano saudável que perdure indefinidamente no futuro (KIRBY, 2003).

### 3.1 Assentamentos Tradicionais

De acordo com Saleh (2004) o desenvolvimento de aglomerados urbanos desde a pré-história até hoje é uma forma de expressão da organização das atividades humanas. Uma visão geral do histórico de padrões de assentamentos revela certas tendências na maneira como o ambiente é modificado para utilização humana. Antigamente os assentamentos ofereciam às pessoas simplesmente uma forma mais eficaz de sobrevivência. Os primeiros assentamentos deixavam o homem mais próximo da Natureza e vivendo em harmonia com o ambiente. Esses primeiros assentamentos têm inúmeras semelhanças com o que hoje é descrito como ecovila. Assim, por exemplo, as necessidades humanas eram satisfeitas sem pressão desnecessária sobre o ambiente. Uma vez que o controle humano sobre o ambiente aumentou, houve uma expansão das atividades humanas e os assentamentos se tornaram organizações mais complexas.

Ao longo do tempo, com o aumento da complexidade veio também a diminuição da sustentabilidade. Hoje, como um resultado dessa lógica de crescimento, a sustentabilidade tornou-se um elemento cada vez mais importante a ser considerado no planejamento de áreas urbanas. Discute-se, com grande frequência, o valor das cidades sustentáveis (PORTNEY, 2003). Mas o que seria uma cidade sustentável? Para Myllyla & Kuvaja (2005) o conceito de “cidade ecológica” está ligado ao discurso da modernização ecológica que reconhece a existência de problemas ambientais, mas ao mesmo tempo acredita que os problemas podem ser resolvidos por meio de inovações tecnológicas. No entanto, as cidades não podem ser consideradas sustentáveis se os seus componentes, como os bairros, não satisfizerem os critérios de sustentabilidade, como tamanho reduzido, estar próximo de infraestrutura como bancos, mercados, hospitais e escolas (proximidade que possibilite ir a estes locais a pé) (CHOGUILL, 2008). Por isso fica

evidente a necessidade da busca pelo conhecimento de assentamentos que se preocupam com a sustentabilidade, como as ecovilas, que em seus projetos de formação levam em conta estes critérios e mais alguns para se adequarem aos padrões de sustentabilidade.

### **3.2 Conceitos sobre Ecovilas**

Quando nos referimos a ecovilas o termo sustentabilidade implica num limite aos impactos ao meio ambiente e ao consumo de recursos naturais (BEATLEY & MANNING, 1997). Assim, as ecovilas empenham-se em promover um estilo de vida que pode ser mantido indefinidamente. Este tipo de assentamento ilustra de forma eficaz e prática como algumas ações podem ser tomadas imediatamente e como combater a degradação do meio social e ecológico (MYLLYLA & KUVAJA 2005).

Inoguchi, Newman e Paoletto (1999) escreveram sobre a possibilidade de se ter uma 'eco-sociedade' no ambiente urbano. De acordo com os autores seria necessária uma abordagem paralela. Em primeiro lugar devem-se resolver os problemas que são causa primordial da degradação ambiental urbana. Cinco áreas de atuação são citadas por esses pesquisadores como principais desafios na criação de 'eco-sociedades': gestão de resíduos, poluição, transporte, recursos hídricos e energia. Elas são descritas como as questões que merecem a atenção e maior colaboração de diversas instituições no âmbito urbano, a fim de garantir as cidades sustentáveis. Deve-se destacar também a importância da educação para a composição de uma sociedade mais consciente ecologicamente.

É difícil precisar quando surgiram as ecovilas. Muitas delas foram fundadas antes mesmo da criação do próprio termo (GLOBAL ECOVILLAGE NETWORK-GEN,

2009). De acordo com a Rede Global de Ecovilas (GLOBAL ECOVILLAGE NETWORK-GEN, 2009), durante os anos 1960 muitas fundações com projetos espirituais e ecológicos foram se formando ao redor do mundo. Tais comunidades ambientalmente conscientes, mas desenvolvidas de forma isolada e sem orientação de um movimento organizado, tinham um desejo em comum de viver em harmonia com a natureza de forma sustentável.

Alguns grupos buscaram implementar comunidades sustentáveis atendendo aos preceitos de uma vida baseada na consciência ecológica, no desenvolvimento local e regional através do uso de técnicas e tecnologias, sem que houvesse a submissão ao imperativo do crescimento econômico que visa exclusivamente o lucro (KIRBY, 2003). Segundo Sachs (2000), crescimento econômico não é sinal de desenvolvimento. Um crescimento que comporta custos sociais e ecológicos tamanhos é um crescimento que leva ao mau desenvolvimento.

De acordo com Harmaajarvi, (2000) existem muitas evidências que indicam que as ecovilas não são uma alternativa ao sistema urbano atual. Esse autor avaliou a sustentabilidade de quatro comunidades na Finlândia e as comparou com condomínios populares urbanos. Dos oito itens avaliados pelo pesquisador, apenas em um item as comunidades sustentáveis se mostraram mais eficientes do que os condomínios urbanos. Porém, no resto do mundo, a criação de comunidades sustentáveis e ecovilas são vistas como uma forma de reduzir o impacto ao ambiente, o que significa para muitos estudiosos uma real promoção da sustentabilidade (GAIA, 2005; GEN, 2008 E ONU, 2009).

Para tentar explicar de uma forma mais clara o que é uma ecovila, existe no *site* da Global Ecovillage Network (2009) a descrição detalhada de várias dimensões que uma ecovila deve ter. A dimensão social, que aborda a importância do indivíduo se sentir parte do meio onde está inserido e das conseqüências e responsabilidades

de suas atitudes. A dimensão ecológica, que diz que os membros de uma ecovila devem experimentar o contato íntimo e diário com a Terra, através de interações com o solo, água, vento, plantas e animais. A dimensão cultural/espiritual que aborda o respeito à Terra e todas as formas de vida que vivem nela, enriquecimento cultural, artístico e de expressão da diversidade espiritual. E a dimensão econômica, com um sistema local de trocas, e em alguns casos mais avançados de economia em ecovilas, temos a criação de uma moeda local.

O termo “comunidades sustentáveis” inclui as ecovilas, mas englobam também grupos e redes de comunidades que possuem um enfoque ecológico. Uma cidade não pode ser uma ecovila, mas uma cidade feita de ecovilas seria chamada de uma cidade sustentável (CHOGUILL, 2008). Neste estudo, por exemplo, as comunidades estudadas se autodenominam ecovilas, mas não preenchem todos os requisitos descritos pelas organizações pesquisadas (GAIA, 2005, GEN, 2008 e ONU, 2009) para suportarem tal título. Por outro lado, distinguem-se dos agrupamentos essencialmente urbanos. Assim, o termo comunidades sustentáveis é mais apropriado diante das realidades encontradas.

Assim, ecovilas ou comunidades sustentáveis são hoje criadas intencionalmente como parte de um movimento global para dar às pessoas a oportunidade de voltar a viver em comunidade e assegurar o bem estar de todas as formas de vida.

A primeira conferência sobre ecovilas e comunidades sustentáveis ocorreu na Escócia em 1994. Nesta fase já existiam ecovilas nos cinco continentes. A estratégia global das ecovilas foi finalizada num segundo encontro na Dinamarca também em 1994 em resposta à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, 1992) no Rio de Janeiro.

Um órgão que também ajudou e direcionou na formação de comunidades sustentáveis foi o GEN (Global Ecovillage Network). Ele tem como objetivo criar e promover assentamentos humanos viáveis que permitam às pessoas viver de forma saudável em harmonia com o ambiente, bem como proporcionar oportunidades de trabalho e segurança (GLOBAL ECOVILLAGE NETWORK, 2009).

Uma maneira de garantir uma forma de vida em harmonia com a natureza é através da utilização de técnicas ambientalmente conscientes, as eco-técnicas. Essas técnicas retomam alguns conceitos utilizados no passado, mas também possuem tecnologia de ponta.

### **3.3 Construções ecológicas e alternativas de manejo em comunidades sustentáveis**

A construção ecológica ou bioconstrução, termo usado por Mollison, (1991) e van Lenger, (2004) e desenvolvida nas ecovilas e comunidades sustentáveis combina uma eficiência no uso de métodos de construção que reduzem a produção de lixo durante o processo, com materiais renováveis, não tóxicos, de fonte regional, que causam o menor impacto possível no meio ambiente (van Lenger, 2004).

Este tipo de técnica também promove uma arquitetura sustentável que busca a conservação energética das moradias e o planejamento integrado, onde as construções são desenhadas para se fundir e complementar o ambiente natural.

Segundo Van Lenger, (2004) em comunidades sustentáveis os métodos de conservação de água, devem incluir captação e uso de água de chuva, reutilização de água cinza, redução do consumo doméstico de água, manutenção constante dos

encanamentos para prevenir vazamentos, vasos sanitários com descarga reduzida, entre outros fatores. Deve-se dar preferência para utilização de técnicas de permacultura que são sistemas ecologicamente corretos e economicamente viáveis; que supram as necessidades locais e assim sejam sustentáveis a longo prazo. A permacultura utiliza as qualidades inerentes das plantas e animais, combinadas com as características naturais dos terrenos e edificações, para produzir um sistema utilizando a menor área possível. Assim, por exemplo, é citado o sistema de tratamento de esgoto através da construção de sistemas de terras úmidas, que é uma alternativa de baixo custo para tratar águas superficiais poluídas. As terras úmidas construídas, como sistemas de tratamento, são projetadas para utilizar e otimizar processos naturais envolvendo vegetação, substrato sólido e microrganismos associados. Nesses sistemas, os poluentes são removidos por uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos, incluindo sedimentação, precipitação, adsorção de partículas no solo, assimilação pelo tecido das plantas e transformações microbianas. A seleção do tipo de substrato e da vegetação é o fator fundamental para o bom desempenho de terras úmidas construídas no tratamento de águas superficiais poluídas (MEIRA, *et al* 2005), e sistemas de zonas de raízes, que consiste em um tratamento do esgoto composto de duas etapas. A primeira etapa consiste no tratamento primário (fossa séptica). A segunda consiste no tratamento secundário (ETE por meio de zona de raízes), podendo o efluente resultante do tratamento ser devolvido, apresentando uma redução significativa de matéria orgânica e sólidos sedimentáveis, evitando, assim, a contaminação do corpo d'água ao qual o efluente será lançado (LEMES *et al.*, 2008). O sistema de terras úmidas e o sistema de zona de raízes são complementares.

Outra alternativa são os sanitários secos, que funcionam como uma câmara de compostagem, transformando dejetos em adubo e filtros biológicos, que é uma camada fina de limo que trabalha retendo e digerindo microrganismos nocivos que porventura existam na água (van LENGGER, 2004; MOLLISON, 1991).

Para alguns autores como Harmaajarvi (2000) as comunidades sustentáveis devem ser projetadas de forma a minimizar internamente o uso de veículos particulares, incluindo o desenho de ciclovias e caminhos que tornam as caminhadas e as bicicletas seguras e convenientes. A estratégia conjuga o uso de veículos elétricos, híbridos, movidos a biodiesel, com esquemas de rodízio de veículos e o uso de transporte público.

As considerações ecológicas, portanto, são fundamentais para o *design* e desenvolvimento de comunidades sustentáveis. Um povoado ecológico, ou comunidade sustentável, está integrado à paisagem de uma maneira que beneficia tanto os seres humanos como o ambiente que os rodeia. Os formadores destas comunidades devem tomar muito cuidado para garantir que as funções naturais que mantêm a vida em um determinado lugar não apenas serão preservadas, mas melhoradas sempre que for possível. O objetivo final do *design* sustentável de um assentamento é a criação de sistemas vivos auto-suficientes, que se mantenham, se regenerem e possam assumir vida própria (GAIA, 2005).

No manual “Design para a Construção de uma Ecovila”, da organização Gaia Education, são citadas algumas tecnologias adequadas para as estradas e infraestrutura de acesso, comunicações, energia, água, água residual e a reciclagem de lixo. Para serem adequadas essas tecnologias devem ser de baixo custo, ter longa duração, utilizar pouca energia, ter uma manutenção mínima, estar de acordo com a legislação, ser seguras, além de ser produzidas localmente. Assim, uma forma de avaliação das técnicas utilizadas em comunidades sustentáveis é o uso de indicadores de sustentabilidade, que nem sempre são fáceis de serem encontrados na literatura científica.

### **3.4 Indicadores de sustentabilidade**

A eficiência das propostas de comunidades sustentáveis em relação aos recursos hídricos deve ser analisada através dos indicadores de sustentabilidade, que exigem uma integração entre entender o ciclo hidrológico, economia, meio ambiente e a sociedade de uma dada comunidade. Dessa forma, o desenvolvimento de indicadores busca mensurar como e quanto a gestão dos recursos hídricos está caminhando sob a ótica da sustentabilidade, observando os reflexos das ações implementadas (CORRÊA & TEIXEIRA, 2008) nas áreas de estudo.

A busca pelo apoio à tomada de decisão tem crescido no mundo inteiro. O termo indicador é definido pela OECD (2004) como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área, e cujo significado excede aquele diretamente associado ao valor do parâmetro. Os indicadores têm a função de síntese e são desenvolvidos para propostas específicas. Parâmetro, por sua vez, é definido como uma propriedade que pode ser medida ou observada (SANTOS, 2004).

Para a OECD (2004) um indicador é uma interpretação empírica e indireta da realidade, e está cada vez mais, sendo usado na avaliação de ecossistemas urbanos, sustentabilidade e gestão das cidades, uso da terra e do meio ambiente. Ainda de acordo com a OECD, as maiores funções de indicadores são reduzir o número de medidas e parâmetros utilizados para representar uma situação e simplificar o processo de comunicação pelo qual os resultados são fornecidos ao usuário. Os indicadores são um modelo da realidade, mas não podem ser considerados a própria realidade, entretanto devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente de mensuração (van BELLEN,

2006). São utilizados para simplificar informações sobre fenômenos complexos e para tornar a comunicação sobre eles mais compreensível e quantificável.

Segundo Li *et al.* (2009) um conjunto de indicadores deve ser flexível o bastante para responder a diferentes necessidades da gestão urbana e as tendências de desenvolvimento em diferentes níveis e escalas do sistema urbano. Os indicadores não podem somente descrever uma condição atual, mas também integrar a dinâmica de todo sistema.

O objetivo dos indicadores é fornecer ferramentas de orientação para as políticas de sustentabilidade, incluindo o acompanhamento das medidas dos indicadores e seus resultados, bem como comunicação ao público. Eles fornecem uma base promissora para a tomada de decisão para apoiar o desenvolvimento urbano sustentável e acompanhar a eficácia das decisões (Li *et al.*, 2009).

Os indicadores reduzem o número de medidas e parâmetros que são usualmente requeridos para a representação de uma dada situação. Durante os anos 1990, indicadores ambientais ganharam grande importância e hoje são amplamente usados pelos países membros da OECD. São utilizados em relatórios, planejamento, orçamentos e avaliação de desempenho (OECD, 2004).

Um bom indicador alerta sobre os problemas antes que eles se tornem críticos, indicando o que precisa ser feito para resolvê-los (SATO, 2009). Esta é uma premissa importante para este trabalho, que tem a intenção de estabelecer parâmetros que indiquem o grau de sustentabilidade em comunidades com preocupação ecológica.

Para qualificar um indicador é essencial obter dados representativos da realidade, bem formulados e interpretáveis, seja por meio de levantamentos

secundários, seja por observações diretas. Para cada dado obtido deve-se, reconhecer a sua temporalidade e o seu espaço de abrangência (SANTOS, 2004). Porém, existem poucos sistemas de indicadores que lidam especificamente com o desenvolvimento sustentável. Existem alguns grupos de indicadores que foram desenvolvidos com o propósito de melhor compreender os fenômenos relacionados à sustentabilidade e em sua maioria em caráter experimental (van BELLEN, 2006).

Apesar do reconhecimento da necessidade do uso de indicadores não é simples escolher um conjunto robusto que defina sustentabilidade. Por isso é necessário definir critérios fortes para sua seleção.

A OECD (2004) apresenta alguns critérios para a seleção de indicadores, reunidos em três grupos denominados básicos: *relevância política*, *capacidade de análise e mensurabilidade*.

Em relação à *relevância política*, um indicador deve apresentar um quadro representativo das condições ambientais, das pressões sobre o ambiente e das respostas da sociedade. Deve ser simples; fácil de interpretar e capaz de mostrar tendências através do tempo; ser sensível a mudanças no ambiente e considerar as atividades humanas; proporcionar uma base para comparações internacionais; ter abrangência nacional ou ser aplicado regionalmente, contudo, com importância nacional; e, finalmente, apresentar limiares ou valores de referência associados, para que o usuário possa saber a significância do seu valor.

Em relação à *capacidade de análise*, um indicador deve ser teoricamente bem fundamentado em termos técnicos e científicos, ser baseado em padrões e consensos internacionais sobre sua capacidade de avaliação, e por fim permitir seu uso em modelos econômicos, prognósticos e sistemas de informação.

Em relação à *mensurabilidade*, um indicador deve ser alimentado por dados que são prontamente disponíveis e disponíveis a uma relação custo/benefício razoável. Os dados também devem ser adequadamente documentados e de boa qualidade, e atualizados em intervalos regulares.

A OECD (2004) ressalva que esses critérios, por descreverem um indicador ideal, dificilmente são encontrados na prática. Portanto, embora sejam indicativos de qualidade, não devem ser considerados de forma absoluta, sem uma análise mais detalhada do contexto em que são utilizados.

Para Li *et al.* (2009) um sistema de indicadores para o desenvolvimento urbano sustentável deve incorporar o estado, os processos e as forças do progresso de uma cidade e deve refletir o atual estado da economia urbana e meio ambiente. O projeto de tais indicadores deve ser sujeito aos seguintes princípios primários:

**Maturidade:** O sistema de indicadores deve incorporar os aspectos social, econômico, ecológico, ambiental e institucionais da cidade, cada aspecto com sua correspondente atenção.

**Objetividade:** O sistema de indicadores deve refletir objetivamente o consenso científico sobre o desenvolvimento sustentável.

**Independência:** Os significados dos indicadores devem ser independentes para evitar sobreposição e autocorrelação.

**Mensurabilidade:** Os indicadores devem ser mensuráveis, deve ser possível quantificar mesmo os indicadores qualitativos usando técnicas de quantificação adequada.

**Acessibilidade:** A dificuldade de recolher e quantificar os dados e indicadores deve ser suficientemente baixa para permitir uma utilização prática do indicador.

**Dinâmica:** Os indicadores devem ser sensíveis às mudanças temporais, espaciais, ou estruturais no sistema para refletir as mudanças no desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Estabilidade Relativa: Os indicadores devem “prever” a longo prazo, uma vez que todo o sistema de indicadores deve responder às mudanças ao longo do tempo

Essas constatações feitas por diferentes autores também são válidas quando se trata de ecovilas. Dessa forma, a diversidade de recursos empregados na composição de uma ecovila e os possíveis impactos ambientais tornam imprescindível orientar seu desenvolvimento em alicerces que propiciem o alcance da sustentabilidade, através de ações de conscientização do uso dos recursos renováveis; do incentivo da política de redução do consumo; conservação da água e tratamento ecológico do esgoto e obter os alimentos de forma orgânica (GAIA, 2005).

Para que funcionem da forma correta, as informações obtidas dos indicadores devem ser organizadas, sistematizadas e comparadas entre si. Para tanto existem muitos métodos de organização, grande parte deles direcionados para a tomada de decisão.

### **3.5 Análise por Compromisso**

De forma geral existem muitos caminhos que permitem a análise e organização de indicadores para um determinado objetivo, mas os mais eficientes referem-se aos métodos MATD (Modelos de Auxílio à Tomada de Decisão) (Zuffo, 2010), que visam a tomada de decisão. Zuffo et al (2002) fazem uma ampla revisão sob o tema e apontam que um bom método de análise para problemas multi-objetivo é o modelo Análise por Compromisso (CP). A grande vantagem no modelo CP é a estrutura conceitual simples que auxilia os tomadores de decisão na possibilidade de estabelecer os valores da meta dos objetivos propostos (AMIRI, EKHTIARI & YAZDANI, 2011).

Distâncias técnicas baseadas, principalmente na análise por Compromisso, têm sido aplicadas com sucesso em muitas áreas. O método clássico de pontuação geralmente é discutido na literatura como um algoritmo de ponderação aditiva simples (ZARGHAMI & SZIDAROVSKY, 2010). Esse algoritmo é capaz de lidar com uma grande quantidade de informações a fim de obter uma compreensão mais profunda das inter-relações dos subsistemas (MANOLIADIS, 2002).

“Os métodos baseados na distância, do “melhor”, como a programação por compromisso, são aqueles que na dificuldade de atingir a solução ótima, procuram a solução mais próxima da solução ideal. Considera-se como Solução por Compromisso aquela solução que, possuir a menor distância da solução ideal. O resultado de soluções ótimas é utilizado para saber qual seria a “solução ideal” para o problema proposto, calcula-se então qual a solução mais próxima da “solução ideal” Considera-se como Solução de Compromisso aquela solução que, entre todas as soluções, possuir a menor distância da Solução Ideal. A solução ideal é definida como o vetor  $f(x^*) = \{ f_1(x^*), f_2(x^*), \dots, f_p(x^*) \}$ , em que as  $f_i(x^*)$  são as soluções ótimas de cada uma das funções objetivo, soluções do problema. A solução deste tipo de método é obtida calculando-se, individualmente, as soluções ótimas de cada função objetivo”. (ZUFFO, 1998 pag. 31).

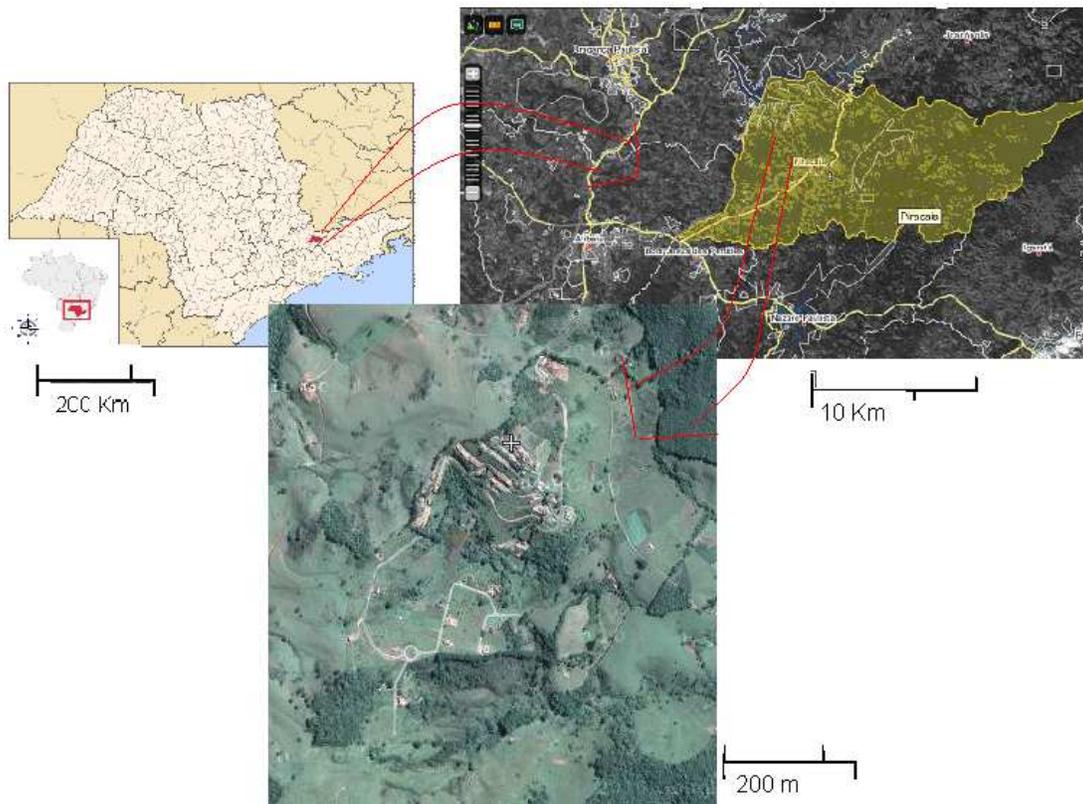
Baseando-se nessas informações, este estudo acredita que essas premissas podem ser transportadas para a análise da sustentabilidade, uma vez que existe a “solução ideal”, ou seja, o cenário técnico esperado para uma ecovila ou comunidade sustentável, bem como a paisagem real, medido em campo, da qual se poderia medir a distância entre essas condições, ou seja, “ideal *versus* real”.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Estudos de caso**

São consideradas neste trabalho duas áreas de estudo. A primeira área compreende uma comunidade, localizada na Serra da Mantiqueira, na região de Piracaia, estado de São Paulo (23° 0' 7.27"S e 46° 17' 50.40"W). A segunda área de estudo está localizada na região de Porangaba, estado de São Paulo (23° 15' 30.41"S e 48° 06' 53.44"W).

Devido à sua topografia e conexão com a Serra da Mantiqueira, a comunidade de Piracaia está inserida em uma zona climática relativamente fria e úmida. A temperatura média anual é de 19° C e precipitação média anual varia entre 1500 a 1300 mm. A vegetação nativa é a Floresta Ombrófila Densa Montana. Essa comunidade iniciou suas atividades em 2001 (Figura 1), tem 23 hectares de extensão e abriga uma área de proteção ambiental (APA), por fazer parte da Bacia Hidrografia do Sistema Cantareira. Atualmente a comunidade conta com 10 residências construídas formando um total de 22 construções em toda comunidade, com 4 famílias residentes, e 9 moradores efetivos. Utilizam como roteiro para atingir seus objetivos a Agenda 21 seguindo os padrões definidos na Rio-92 (ECOVILA CLAREANDO).

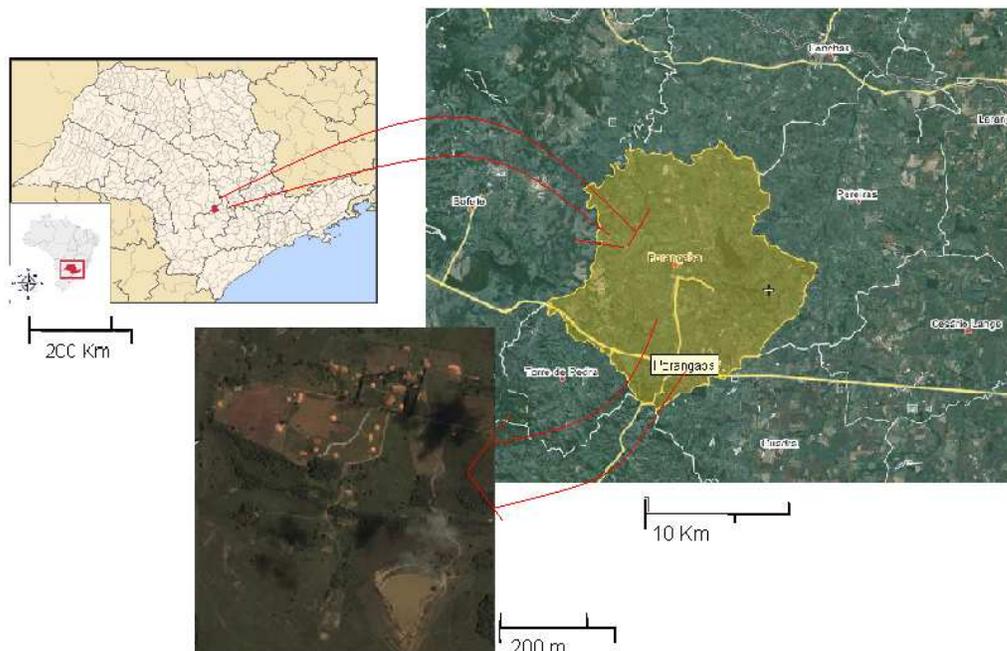


**Fig. 1 Localização da comunidade de Piracaia-SP (23° 0' 7.27"S e 46° 17' 50.40"W)**

Fonte: <http://wikimapia.org/>

A comunidade de Porangaba está inserida em uma zona climática relativamente quente. A temperatura média anual é de 21,2° C e precipitação média anual varia entre 1000 a 1200 mm. Sua formação florestal nativa é Floresta Estacional Semidecidual.

A área foi fundada em 1994 e tem cerca de 100 hectares. Conta com 7 residências construídas, mais um alojamento, centros de meditação e de terapia, formando um total de 35 construções em todo o parque e um total de 12 moradores.



**Fig. 2 Localização da comunidade de Porangaba-SP (23° 15' 30.41"S e 48° 06' 53.44"W).**

Fonte: <http://wikimapia.org/>

## 4.2 Método

Para avaliar a sustentabilidade ambiental de comunidades com preocupação ecológica este trabalho propõe um método baseado em 2 (duas) premissas: a primeira delas é considerar que estruturas urbanas devem consumir o mínimo possível do que consideramos balanço energético e recursos naturais e produzir o mínimo de emissões e dejetos danosos ao meio ambiente (HARMAAJARVI, 2000), com foco em relação aos recursos hídricos. Desta forma, os critérios de avaliação adotados devem sempre pressupor essa condição. Assim, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema e sobre trabalhos práticos ligados a *design* ambiental de forma a obter os indicadores adequados à essa condição. Foi primeiramente usado como base de interpretação dos parâmetros a serem adotados neste estudo, o

sistema LEED ND (*Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development*, 2009), criado por três organizações norte americanas (Conselho Norte Americano de Construção Verde - USGBC, Congresso do Novo Urbanismo - CNU e Conselho de Defesa dos Recursos Naturais - NRDC). A preocupação destas organizações foi planejar locais a partir do estabelecimento de princípios de crescimento inteligente, reunindo indicadores de mesma natureza em critérios de avaliação. O objetivo deste sistema de avaliação é estabelecer um padrão para analisar e premiar práticas de desenvolvimento ambientalmente conscientes e proporcionar saúde, conforto e práticas ambientalmente amigáveis em *design* de prédios, construções e no desenvolvimento de bairros. Apesar de não estar diretamente relacionado ao foco deste estudo (recursos hídricos), utilizamos o sistema LEED ND, porque neste sistema encontramos uma listagem imensa de pré-requisitos a serem cumpridos para a obtenção da certificação, e muitos destes pré-requisitos se encaixam nos objetivos deste estudo.

A segunda premissa é que a sustentabilidade deve ser medida por um conjunto de indicadores reunidos em critérios, que diferem entre si em termos de importância, relacionada aos impactos ambientais potenciais e aos benefícios para os usuários. Os impactos potenciais são definidos como as condições do meio ou os efeitos durante a operação e manutenção dos sistemas relacionados aos recursos hídricos, tais como captação e utilização de água de chuva, porcentagem de área impermeável e consumo de água por habitante. Os benefícios referem-se ao cuidado na utilização do recurso retirado da natureza, como por exemplo formas menos impactantes de consumo do recurso hídrico, reutilização deste recurso, tratamento dos efluentes produzidos, entre outros benefícios que levem à preservação dos cursos de água. Para avaliá-los é, portanto, necessário definir um procedimento que considere a ponderação dos critérios, bem como uma proposta de método que faça uma análise conjunta dos indicadores estabelecidos. Para tanto, propõe-se utilizar a estrutura metodológica desenvolvida por Fidalgo (2003). Para essa autora, o

processo de atribuição de pontos baseia-se em condições que mantêm a consistência e usabilidade em um sistema de classificação.

Assim, neste trabalho utilizou-se a análise conjunta dos critérios e seus respectivos pesos através da aplicação da programação por compromisso (*Compromisse Programming* -CP), método de análise multicriterial, utilizado no estudo de Fidalgo (2003). Uma vantagem em sua aplicação é a facilidade para cálculos, envolvendo um processamento simples e tempo reduzido.

Pela programação por compromisso, a melhor “solução” ou a que melhor se aplica ao conjunto de critérios estabelecidos é aquela que apresenta a menor distância da *solução ideal*. No caso deste trabalho, responde o quão distante do ideal uma comunidade se encontra. A distância é calculada pela equação (1) (FIDALGO, 2003):

$$l_s(x_j) = \left( \sum_{i=1}^n w_i^S \left| \frac{f_i^* - f_i(x_j)}{f_i^* - f_i'} \right|^S \right)^{1/S} \quad (1)$$

Onde:

$i$  representa cada critério analisado,

$x_j$  representa as comunidades,

$f_i(x_j)$  é a pontuação atribuída a  $x_j$  considerando o critério  $i$ ,

$f_i^*$  é a melhor pontuação obtida ou arbitrada para o critério  $i$ ,

$f_i'$  é a pior pontuação obtida ou arbitrada para o critério  $i$ ,

$w_i$  é o peso atribuído a cada critério  $i$ ,

$l_s(x_j)$  = distância entre a situação avaliada nas comunidades  $x_j$  e a solução *ideal*,

e

$S$  peso aplicado aos desvios, sendo  $1 \leq S \leq \infty$ . Neste trabalho foi selecionado o valor  $S = 1$  de forma a manter todos os desvios de  $f_i^*$  proporcionais às suas magnitudes.

No método proposto neste trabalho para a análise das ecovilas, os critérios (i) correspondem àqueles definidos nas tabelas 5, 6 e 7. As ecovilas ( $x_j$ )

correspondem aos assentamentos que foram comparados entre si e avaliados conforme sua sustentabilidade e impactos ao ambiente.

Os valores de  $f_i'$  e  $f_i^*$  são os valores mínimo e máximo atribuídos por este estudo, considerando o conjunto de comunidades  $(x_j)$ .

Nos casos em que se tem apenas um procedimento a ser analisado e, portanto, um único valor para  $f_i(x_j)$ , a distância  $l_s(x_j)$  pode ser calculada associando-se a  $f_i'$  e  $f_i^*$  os valores das pontuações mínima e máxima estabelecidas, ou seja, 1 e 5, respectivamente. Essa análise será realizada de forma a se obter uma medida do seu desempenho individual, considerando o conjunto de critérios.

Os valores possíveis para  $l_s(x_j)$  podem variar entre o valor mínimo igual a 0, que corresponde a uma solução igual à ideal, em que  $f_i(x_j) = f_i^*$  para todos os critérios; e o valor máximo igual a  $\sum w_i$ , que corresponde ao pior desempenho, em que  $f_i(x_j) = f_i'$  para todos os critérios.

Para facilitar a compreensão e permitir comparações rápidas entre resultados, essa distância foi padronizada, assumindo os valores mínimo e máximo iguais a 0 e 1, respectivamente. Para tanto, calcula-se a distância padronizada  $lp_s(x_j)$  pela equação 2:

$$lp_s(x_j) = \frac{l_s(x_j)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2)$$

Para a aplicação do método foram elaboradas matrizes multicritérios de avaliação cuja configuração é exemplificada na Tabela 1.

**Tabela 1 Configuração da matriz multicritério de avaliação.**

CRITÉRIO		1	2	...	$l$	...	$N$
PESO		$w_1$	$w_2$	...	$w_l$	...	$w_n$
ECOVILAS	$x_1$	$f_1(x_1)$	$f_2(x_1)$	...	$f_l(x_1)$	...	$f_n(x_1)$
	$x_2$	$f_1(x_2)$	$f_2(x_2)$	...	$f_l(x_2)$	...	$f_n(x_2)$
	...	...	...	...	...	...	...
	$x_j$	$f_1(x_j)$	$f_2(x_j)$	...	$f_l(x_j)$	...	$f_n(x_j)$
	...	...	...	...	...	...	...
	$x_m$	$f_1(x_m)$	$f_2(x_m)$	...	$f_l(x_m)$	...	$f_n(x_m)$

Como já citado, foi atribuído uma nota ou valor de acordo com a intensidade do impacto ou benefício esperado em relação aos recursos hídricos. Assim, foram estabelecidas escalas com cinco valores que representam condições de muito ruim, ruim, razoável, bom e muito bom para cada critério adotado (TAB 2). Essa é uma condição que permite representar situações intermediárias sem apresentar um número excessivo de valores que não expressam maior precisão na avaliação (Winograd & Uribe, 1996; Andreoli *et al.*, 1999; Hockings *et al.*, 2000; Fidalgo, 2003).

**Tabela 2 Regras para a pontuação dos parâmetros.**

Pontuação	Regras
1 (Muito ruim)	observam-se as piores condições, ou as condições adequadas atingem uma pequena parte dos indicadores;
2 (Ruim)	observam-se condições ruins, insatisfatórias, ou as condições adequadas atingem a minoria dos indicadores;
3 (Razoável)	observam-se condições aceitáveis, embora não sejam totalmente adequadas; ou as condições adequadas chegam a atingir mais da metade dos indicadores (a maioria), mas ainda não atingem grande parte deles;
4 (Bom)	observam-se condições adequadas, ou as condições adequadas atingem grande parte dos indicadores.
5 (Muito bom)	observam-se condições excelentes, ou as condições adequadas atingem quase todos os indicadores.

A cada parâmetro definido ( $i$ ) pode ser atribuído um peso ( $w_i$ ) específico, a partir de dois outros pesos: (a) de sua relevância ou importância em relação a todos os outros para a sustentabilidade do recurso hídrico ( $w'$ ) e; (b) pela capacidade do parâmetro ser objetivamente avaliado em cada área de estudo ( $w''$ ). Fidalgo (2003) evidenciou que a importância do parâmetro e a objetividade da avaliação são dois aspectos independentes, devendo ser analisados separadamente. A Tabela 3 apresenta as regras que foram usadas para avaliação dos pesos dos parâmetros.

**Tabela 3 Regras para atribuição dos pesos  $w'$  e  $w''$**

Peso $w'$	Importância	Peso $w''$	Objetividade da avaliação
1	o parâmetro é pouco importante	1	a avaliação é pouco objetiva
2	o parâmetro é razoavelmente importante	2	a avaliação é razoavelmente objetiva
3	o parâmetro é muito importante	3	a avaliação é bastante objetiva

O peso final ( $w_i$ ) atribuído a cada parâmetro  $i$  foi obtido conforme as regras expressas na matriz apresentada na Tabela 4.

**Tabela 4 Matriz de regras para atribuição do peso final ( $w_i$ ) a partir dos pesos atribuídos à importância do parâmetro e à objetividade da avaliação.**

		Importância do parâmetro avaliado		
		$w'$	1	2
Ordem crescente de objetividade da avaliação	1	1	2	3
	2	2	3	4
	3	3	4	5

Esta lógica foi aplicada ao conjunto de critérios e seus respectivos parâmetros apresentados nas tabelas 5, 6 e 7. Essas tabelas foram preenchidas por levantamentos de campo e por consulta aos moradores das comunidades, através do questionário em anexo (Anexo A).

Os critérios selecionados baseiam-se nas funções ecossistêmicas e nas atitudes dos moradores, cujo bom funcionamento é traduzido em qualidade e quantidade de água. Cada critério é avaliado por um conjunto de indicadores que são parâmetros identificadores dessas funções. Reconhece-se que os critérios selecionados preponderam o valor mais pela quantidade do que pela qualidade da água. Por essa razão, a análise das imagens de satélite e as respostas dos questionários objetivaram melhorar a qualidade das informações.

Foram utilizadas as imagens “ortomosaico recorte 1:25.000 (IBGE) – imagens orbitais digitais multiespectrais SPOT 2007/2010”, adquirida pela coordenadoria de planejamento ambiental - CPLA, Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo. Como auxílio ao mapeamento foi utilizada junto ao Instituto Geográfico e Cartográfico do estado de São Paulo (IGC) as cartas topográficas

digitalizadas 079/111 e 085/082 (Reservatório Cachoeira e Aleluia dos Vieiras), na escala 1:10.000, editadas em 1978 e 1979. Para servir como base as cartas topográficas foram georreferenciadas a partir das imagens de satélite utilizando a ferramenta correspondente no software ArcGis®. As medidas de distâncias, áreas, extensões ou perímetros foram feitas a partir dos comandos existentes no *software* ArcGis®.

Para cada área de estudo foram feitos três mapas. Os mapas de vegetação natural, uso e ocupação da terra, hidrografia e modelo digital de terreno. Para a realização destes mapas foi feita a interpretação das imagens de satélite sobrepostas com as cartas topográficas que indicaram nascentes, cursos de rios, topos de morros, construções, matas, campo e solo exposto. O mapeamento foi realizado a partir da função *Editor*, usando como apoio de interpretação as visitas a campo e as entrevistas feitas com a população. O mapa de Modelo Digital do Terreno (MDT) foi gerado com saída de 10 m para a comunidade de Piracaia e com saída de 5 m para a comunidade de Porangaba a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IGC com uso da ferramenta *Arctoolbox>Spatial Analyst Tools> Interpolation>Topo to Raster*, presentes no software ArcGis® versão 9.3.1. Para tal foram utilizadas as curvas de nível, a hidrografia e os pontos altimétricos presentes nas cartas topográficas do IGC. Os mapas finais foram elaborados no software Arcgis® versão 9.3.1. Esses mapas foram utilizados para a avaliação do estado de conservação das nascentes, matas ciliares e APP's; fornecer porcentagens de área impermeabilizada, e de mata nativa, identificar a conservação de topos de morros; e verificar alterações em cursos de rios.

Nos mapas da hidrografia utilizamos a ferramenta *buffer* que nos permitiu verificar se existe a preservação de 30 metros da mata ciliar ao redor do curso de água e o *buffer* de 50 metros de preservação da mata em torno das nascentes, assim

podemos verificar se existe a preocupação das comunidades em preservar a vegetação e conseqüentemente conservação do recurso hídrico.

Para avaliar se as comunidades têm a preocupação em preservar as encostas e topos de morro foi feito o mapa com as curvas de nível e de modelo de terreno, e sobrepondo-o com o mapa de vegetação tivemos uma visão das áreas de encostas preservadas.

**Tabela 5 Critério 1 e seus respectivos parâmetros que visam conservar as funções ecossistêmicas e evitar impactos aos recursos hídricos.**

*w<sub>i</sub>, w' e w''*: referem-se as pontuações que definem a importância dos parâmetros

<b>Critério 1: garantir quantidade e qualidade da água em corpos de água</b>			
Parâmetro 1: Interferência das construções nas áreas de proteção permanente dos cursos de água	<i>w'1.1</i> importância	<i>w''1.1</i> objetividade	<i>w<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Há mais de 10 construções localizadas a menos de 30 metros de distância dos corpos d'água (lagos, riachos e represas naturais) ou, pelo menos, duas construções de grande porte		1
	Há entre 6 e 10 construções a menos de 30 metros de distância dos corpos d'água (lagos, riachos e represas naturais) ou, pelo menos, uma construção de grande porte		2
	Há entre 2 e 5 construções a menos de 30 metros de distância dos corpos d'água (lagos, riachos e represas naturais)		3
	Há somente uma construção a menos de 30 metros de distância dos corpos d'água (lagos, riachos e represas naturais)		4
	Todas as construções estão localizadas a mais de 30 metros de distância dos corpos d'água (lagos, riachos e represas naturais)		5

Parâmetro 2: Verificar a existência de mata ciliar	<i>w'1.2 importância</i>	<i>w''1.2 objetividade</i>	$w_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Sem mata ciliar		1
	Presença de mata ciliar em até 20% da extensão dos cursos de água que passam pelo condomínio		2
	Presença de mata ciliar em até 50% da extensão dos cursos de água que passam pelo condomínio		3
	Presença de mata ciliar em até 80% da extensão dos cursos de água que passam pelo condomínio		4
	Presença de mata ciliar em toda a extensão dos cursos de água que passam pelo condomínio		5
Parâmetro 3: Verificar se há preservação de 50 metros de vegetação no entorno das nascentes presentes na comunidade	<i>w'1.3 importância</i>	<i>w''1.3 objetividade</i>	$w_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Não há qualquer tipo de preservação das nascentes da comunidade		1
	Existe preservação de até 25% das nascentes da comunidade		2
	Existe preservação de até 50% das nascentes da comunidade		3
	Existe preservação de até 75% das nascentes da comunidade		4
Existe preservação de mais de 75% das nascentes da comunidade		5	
Parâmetro 4: Verificar a origem da água utilizada na irrigação	<i>w'1.4 importância</i>	<i>w''1.4 objetividade</i>	$w_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>

	Os moradores da comunidade irrigam suas áreas verdes utilizando somente água proveniente da rede municipal, ou de poços artesianos	1	
	Os moradores da comunidade irrigam suas áreas verdes utilizando em sua maioria água proveniente da rede municipal ou de poços artesianos	2	
	Os moradores da comunidade irrigam suas áreas verdes utilizando em sua maioria água proveniente de reuso (coletadas de pias, chuveiros e máquinas de lavar) e a outra parte proveniente da rede municipal e poços artesianos	3	
	Os moradores da comunidade irrigam suas áreas verdes utilizando água coletada da chuva, ou de reservatórios/açudes presentes na área	4	
	Os moradores da comunidade irrigam suas áreas verdes utilizando somente água de reuso (coletadas de pias, chuveiros e máquinas de lavar)	5	
Parâmetro 5: Verificar se houve modificação (canalização e/ou represamento) no curso do rio principal que corta a comunidade	<i>w'1.5 importância</i>	<i>w''1.5 objetividade</i>	<i>W<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Houve modificação de mais de 75% dos cursos de água que cortam a comunidade		1
	Houve modificação de até 75% dos cursos de água que cortam a comunidade		2
	Houve modificação de até 50% dos cursos de água que cortam a comunidade e		3
	Houve modificação de até 25% dos cursos de água que cortam a comunidade		4

	Não houve modificação dos cursos de água que cortam a comunidade		5
Parâmetro 6: Verificar a presença de resíduos sólidos ou líquidos nos cursos de água na comunidade	<i>w'1.6 importância</i>	<i>w''1.6 objetividade</i>	<i>w<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Existem mais do que quatro evidências de resíduos ao longo dos cursos de água na comunidade		1
	Existem três tipos de evidências de resíduos ao longo dos cursos de água na comunidade		2
	Existem dois tipos de evidências de resíduos ao longo dos cursos de água na comunidade		3
	Existe um tipo de evidência de resíduo ao longo dos cursos de água na comunidade		4
	Nenhuma evidência de resíduo ao longo dos cursos de água na comunidade		5
Parâmetro 7: Verificar se há evidências de assoreamento nos cursos de água que cortam a comunidade	<i>w'1.7 importância</i>	<i>w''1.7 objetividade</i>	<i>w<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Existem evidências de 5 (cinco) pequenos assoreamentos; ou um assoreamento de grande porte nos cursos de água que cortam a comunidade		1
	Existem evidências de pelo menos 4 (quatro) pequenos assoreamentos nos cursos de água que cortam a comunidade		2
	Existem evidências de pelo menos 3 (três) pequenos assoreamentos nos cursos de água que cortam a comunidade		3
	Existem evidências de pelo menos 2 (dois) pequenos assoreamentos nos cursos de água que cortam a comunidade.		4

	Não existem evidências de assoreamento nos cursos de água que cortam a comunidade		5
Parâmetro 8: Verificar a forma de captação da água para consumo	<i>w'1.8 importância</i>	<i>w''1.8 objetividade</i>	$\bar{W}_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	A água utilizada na comunidade é proveniente da rede municipal, sem controle de uso		1
	A água utilizada na comunidade é proveniente da rede municipal, com controle de uso		2
	A água utilizada na comunidade é proveniente de fonte mista (fonte própria e rede municipal) sem certificação ou controle		3
	A água utilizada na comunidade é proveniente de fonte mista (fonte própria e rede municipal) com certificação e controle		4
	A água utilizada na comunidade é proveniente de fonte própria com certificação oficial		5
	Parâmetro 9: Verificar se existe proteção das encostas	<i>w'1.9 importância</i>	<i>w''1.9 objetividade</i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
Se até 10% das encostas são preservadas		1	
Se até 25% das encostas são preservadas		2	
Se até 50% das encostas são preservadas		3	
Se até 75% das encostas são preservadas		4	
Se mais de 75% das encostas são preservadas		5	
Parâmetro 10: Verificar o tipo de		<i>w'1.10 importância</i>	<i>w''1.10 objetividade</i>

pavimentação das vias de acesso			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Todas as vias de acesso da comunidade são asfaltadas		1
	As vias de acesso da comunidade tem pavimentação composta por blocos, pedras e asfalto		2
	As vias de acesso da comunidade tem pavimentação composta por blocos e pedras		3
	As vias de acesso da comunidade tem pavimentação composta por blocos, pedras e terra		4
	Todas as vias de acesso da comunidade são de terra		5
Parâmetro 11: Verificar se existem bolsões de estacionamento	<i>w'1.11 importância</i>	<i>w''1.11 objetividade</i>	<i>w<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Existem grandes bolsões de estacionamento (de 51 a 100 carros) asfaltados		1
	Existem grandes bolsões de estacionamento (de 51 a 100 carros) coberto com pedras		2
	Presença de um médio bolsão de estacionamento (20 a 50 carros) gramado ou com brita		3
	Presença de um pequeno bolsão de estacionamento (até 20 carros) gramado ou com brita		4
Não há bolsões de estacionamento		5	

**Tabela 6 Critério 2 e seus respectivos parâmetros de um comportamento ético e adequado da comunidade na gestão dos recursos hídricos.**

$w_i$ ,  $w'$  e  $w''$ : referem-se as pontuações que definem a importância dos parâmetros

**Critério 2: Disponibilidade dos moradores em participar do processo de conservação do ambiente onde está inserida a comunidade**

Parâmetro 1: Verificar se existe participação coletiva dos moradores sobre a utilização adequada dos recursos na comunidade	$w'2.1$ importância	$w''2.1$ objetividade	$w_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Não existe qualquer participação dos moradores nas atividades da comunidade voltadas à conservação		1
	Os moradores exigem a elaboração e execução de um plano de manejo/uso do solo		2
	Existe um conselho consultivo que define as atividades permitidas na comunidade		3
	Existe um conselho deliberativo que define as atividades permitidas na comunidade		5
Parâmetro 2: Verificar a quantidade de práticas que os moradores realizam com a intenção de preservar o recurso hídrico	$w'2.2$ importância	$w''2.2$ objetividade	$w_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	A comunidade não realiza nenhuma prática de conservação do recurso hídrico		1
	A comunidade realiza somente 1 (um) tipo de prática de conservação do recurso hídrico		2
	A comunidade realiza de 1 (um) a 3 (três) tipos de práticas de conservação do recurso hídrico		3
	A comunidade realiza de 3 (três) a 5 (cinco) tipos de práticas de conservação do recurso hídrico		4
	A comunidade realiza mais do que 5 (cinco) práticas de conservação do recurso hídrico		5

Parâmetro 3: Verificar se existe a preocupação em diminuir o desperdício no consumo de água	<b>w' 2.3 importância</b>	<b>w''2.3 objetividade</b>	<b>w<sub>i</sub></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Não existe limitação no consumo de água. O consumo pelos moradores é livre		1
	A comunidade consegue diminuir em até 10% o consumo de água em relação a um consumo padrão (pessoa/dia) em uma cidade		2
	A comunidade consegue diminuir em até 20% o consumo de água em relação a um consumo padrão (pessoa/dia) em uma cidade		3
	A comunidade consegue diminuir em até 40% o consumo de água em relação a um consumo padrão (pessoa/dia) em uma cidade		4
	A comunidade consegue diminuir em até 50% o consumo de água em relação a um consumo padrão (pessoa/dia) em uma cidade		5
Parâmetro 4: Verificar se existe remoção de árvores na área da comunidade	<b>w' 2.4 importância</b>	<b>w''2.4 objetividade</b>	<b>w<sub>i</sub></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Removem as árvores por estética ou outro motivo qualquer		1
	Removem somente as árvores para abrir espaço para construções		2
Removem somente árvores doentes que ameaçam cair		3	

	Removem as árvores para construções, utilizando-as para outras obras		4
	Não removem árvores		5
Parâmetro 5: Verificar se há a preocupação comunitária em utilizar as águas residuais	<b>w' 2.5 importância</b>	<b>w'' 2.5 objetividade</b>	<b>w<sub>i</sub></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Os moradores não reutilizam água		1
	Os moradores utilizam águas residuais somente para uma das finalidades a seguir (irrigar áreas verdes, descarga de sanitários e lavagem de áreas externas)		2
	Os moradores utilizam águas residuais para duas das finalidades a seguir (irrigar áreas verdes, descarga de sanitários e lavagem de áreas externas)		3
	Os moradores reutilizam parcialmente águas provenientes de pias, chuveiros e máquinas de lavar para irrigação de áreas verdes, em descargas de sanitários e lavagem de áreas externas		4
	Os moradores reutilizam a totalidade das águas provenientes de pias, chuveiros e máquinas de lavar para irrigação de áreas verdes, em descargas de sanitários e lavagem de áreas externas		5

**Tabela 7 Critério 3 e seus respectivos parâmetros de gestão compartilhada pelos moradores que visam controle e monitoramento dos recursos hídricos.**

$w_i$ ,  $w'$  e  $w''$ : referem-se as pontuações que definem a importância dos parâmetros

<b>Critério 3: Garantir o manejo e o controle do recurso hídrico</b>			
Parâmetro 1: Verificar a qualidade da água a montante e a jusante	<b><math>w'3.1</math> importância</b>	<b><math>w''3.1</math> objetividade</b>	<b><math>w_i</math></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
		Não existe qualquer tipo de análise da água antes ou depois de ser utilizada pela comunidade	1
		A comunidade realiza análise da água antes de ser utilizada sem uma periodicidade	2
		A comunidade realiza análise da água antes de ser utilizada uma vez a cada três anos	3
		A comunidade realiza análise da água antes e depois de ser utilizada uma vez por ano	4
	A comunidade realiza análise da água antes e depois de ser utilizada a cada seis meses	5	
Parâmetro 2: Verificar se existe limite para o tamanho das construções nas áreas privadas e nas áreas comuns	<b><math>w'3.2</math> importância</b>	<b><math>w''3.2</math> objetividade</b>	<b><math>w_i</math></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
		Não há limite para o tamanho das construções	1
		Construção maior que 400 m <sup>2</sup>	2
		Construção entre 300 e 400 m <sup>2</sup>	3
		Construção entre 200 e 300 m <sup>2</sup>	4
	A construção não pode passar de 200 m <sup>2</sup>	5	
Parâmetro 3: Verificar o controle sobre a destinação do esgoto	<b><math>w'3.3</math> importância</b>	<b><math>w''3.3</math> objetividade</b>	<b><math>w_i</math></b>
			<b>Pontuação (1-5)</b>

	O esgoto produzido na comunidade vai direto para o curso do rio	1	
	O esgoto produzido na comunidade é mantido em fossas negras	2	
	O esgoto produzido na comunidade é mantido em fossas sépticas	3	
	O esgoto produzido na comunidade é mandado para a estação de tratamento da cidade mais próxima	4	
	A comunidade possui uma estação com formas alternativas de tratamento em cada residência	5	
Parâmetro 4: Verificar se existe políticas para economia no uso de água potável, ou outras fontes	<i>w'3.4 importância</i>	<i>W''3.4 objetividade</i>	$\bar{W}_i$
			<b>Pontuação (1, 3 e 5)</b>
	Não existe preocupação em limitar o uso de água potável		1
	A comunidade acha importante economizar água, mas não incentiva os moradores		3
	A comunidade possui políticas deliberadas em Conselho ou Grupo Administrativo que incentivem os moradores a economizar água		5
Parâmetro 5: Verificar a existência de obras destinadas à captação de água de chuva	<i>w'3.5 importância</i>	<i>W''3.5 objetividade</i>	$\bar{W}_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Não há uma posição da comunidade sobre captação de água de chuva		1
	Existe uma proposta futura para captação de água de chuva		2

	A comunidade sugere que os moradores ao construir suas casas façam obras que armazenem água de chuva	3	
	A comunidade exige, por contrato, que os moradores ao construir suas casas façam obras que armazenem água de chuva	4	
	A comunidade exige, por contrato, que os moradores ao construir suas casas façam obras que armazenem água de chuva e forneça orientações construtivas específicas	5	
Parâmetro 6: Verificar se existe monitoramento dos encanamentos para evitar possíveis perdas de água por vazamento	<i>w'3.6 importância</i>	<i>W''3.6 objetividade</i>	<i>W<sub>i</sub></i>
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	Não existe qualquer tipo de exigência da comunidade para que os moradores façam vistorias periódicas nos encanamentos		1
	A comunidade exige por contrato que os moradores façam vistorias nos encanamentos a cada quatro anos		2
	A comunidade exige por contrato que os moradores façam vistorias nos encanamentos a cada três anos		3
	A comunidade exige por contrato que os moradores façam vistorias nos encanamentos a cada dois anos		4
	A comunidade exige por contrato que os moradores façam vistorias nos encanamentos a cada um ano		5
	Parâmetro 7: Verificar se é dada prioridade para utilização de técnicas de construção de longa duração e baixo impacto	<i>w'3.7 importância</i>	<i>W''3.7 objetividade</i>
			<b>Pontuação (1, 3 e 5)</b>
São permitidos projetos que utilizem técnicas de grande impacto nas construções da comunidade		1	

	Existe uma administração que sugere que os projetos das futuras casas utilizem técnicas de baixo impacto e de longa duração nas construções da comunidade	3	
	Existe uma administração que aprova os projetos das futuras casas e que exige a utilização de técnicas de baixo impacto e de longa duração nas construções da comunidade	5	
Parâmetro 8: Verificar se houve introdução de espécies florestais na recuperação florestal ao longo dos corpos de água.	<i>w'3.8 importância</i>	<i>W''3.8 objetividade</i>	$W_i$
			<b>Pontuação (1, 3 e 5)</b>
	Houve somente introdução de espécies exóticas na área dos corpos de água	1	
	Houve introdução de espécies exóticas associadas a nativas na área dos corpos de água	3	
	Houve somente a introdução de espécies florestais nativas na área dos corpos de água	5	
Parâmetro 9: Verificar a distância da comunidade dos principais serviços (escolas, supermercados, bancos, entre outros serviços)	<i>w'3.9 importância</i>	<i>W''3.9 objetividade</i>	$W_i$
			<b>Pontuação (1-5)</b>
	A comunidade está distante de 75 km a mais de 100 km dos serviços básicos, como coleta de lixo, escolas e supermercados	1	
	A comunidade está distante de 50 km a 74 km dos serviços básicos, como coleta de lixo, escolas e supermercados	2	
	A comunidade está distante de 20 km a 49 km dos serviços básicos, como coleta de lixo, escolas e supermercados	3	
	A comunidade está distante de 10 km a 19 km dos serviços básicos, como coleta de lixo, escolas e supermercados	4	

	A comunidade está distante a menos de 10 km dos serviços básicos, como coleta de lixo, escolas e supermercados	5
--	--	---

### 4.3 Coleta de Dados

As formas de coletas de dados empregadas preliminarmente foram a observação técnica e as anotações de campo. Foram feitas duas visitas a campo em cada comunidade, com levantamento fotográfico e coleta de informações técnicas. Foram aplicados 23 questionários em Piracaia com retorno de 18 (78%), na comunidade de Porangaba foram aplicados 11 questionários com retorno de 5 45%.

Como mostrado nas tabelas 5, 6 e 7 foram escolhidos critérios com seus respectivos parâmetros para serem avaliados. Esta avaliação foi baseada em observação técnica, questionários e interpretação das imagens de satélite. No total foram avaliados 25 (vinte e cinco) parâmetros, onde cada um recebeu um peso relativo à sua importância ( $w'$ ), um peso relativo a objetividade com que foi avaliado ( $w''$ ), resultando no peso final ( $w_i$ ), e recebeu uma pontuação de acordo com a avaliação técnica e outra de acordo com a visão dos moradores resultando em duas planilhas para cada comunidade.

Todos os mapas foram feitos como forma de auxílio para preenchimento das planilhas da análise por compromisso, na interpretação e na obtenção de informações que não foram possíveis de se conseguir com os questionários e com as visitas a campo.

Na sequência, os dados obtidos a partir dos mapas, dos questionários e de campo foram tabulados utilizando a ferramenta análise por compromisso. Todos os pesos e pontuações atribuídos aos critérios encontram-se no anexo B.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Perfil das Comunidades**

A comunidade de Piracaia tem um sistema organizacional bem estabelecido dividido em três setores, que eles denominam departamentos (FIG. 3). O setor da agricultura administra a horta comunitária e o plantio de árvores na propriedade. Pelo grupo de urbanismo e construção passam todos os projetos de construção da comunidade, sejam eles casas de moradores, áreas comuns ou urbanização de ruas e calçadas. O setor de contabilidade administra o caixa e recolhe as taxas de manutenção para pagamento dos empregados da propriedade (caseiros), iluminação, impostos, entre outros.

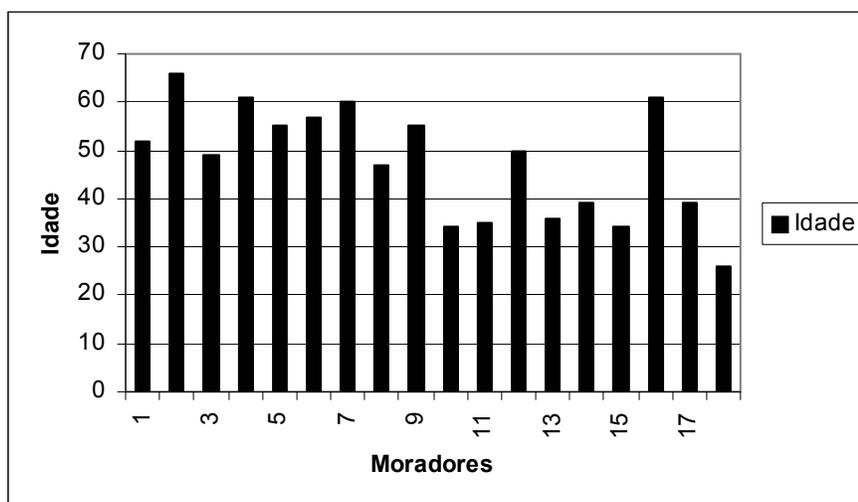
Todas as decisões tomadas nestes departamentos passam pela Associação de Moradores, da qual todos os moradores fazem parte. Essa associação elege um presidente a cada dois anos. As decisões são tomadas por votação onde os votos dos moradores com casa construída tem peso 2, os votos dos moradores com casa em construção tem peso 1,5 e os votos de quem tem só o terreno tem peso 1.



**Fig 3 Sistema de organização da comunidade de Piracaia-SP.**

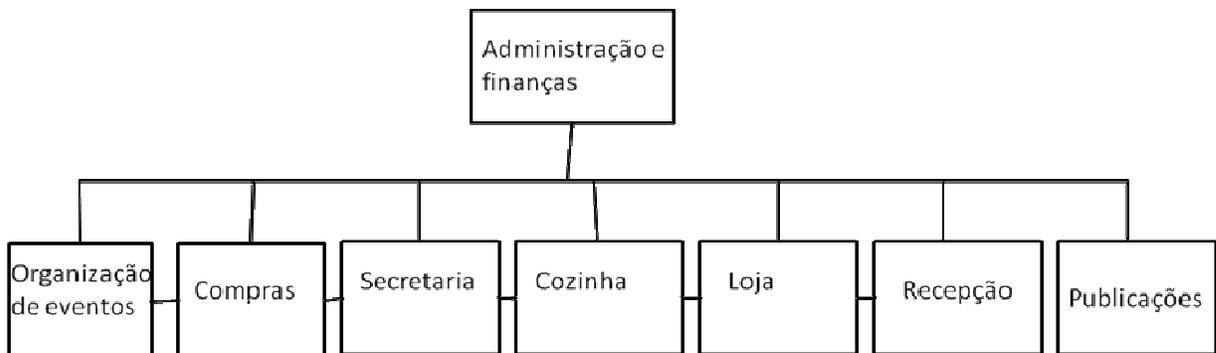
Esta comunidade tem o perfil de um condomínio comum, tanto com relação à sua organização (reuniões, taxas, associação de moradores) quanto com relação aos problemas de convivência que existem em todos os ambientes de moradia coletiva convencionais. Estes problemas de convivência foram relatados durante a aplicação dos questionários. A resposta que a maioria dos moradores dava (55%) quando questionados sobre o motivo que os levou a escolher um lugar com este perfil foi a proximidade com a natureza, busca de uma maior qualidade de vida, tranquilidade e possibilidade de ter atividades com a terra.

O perfil dos moradores desta comunidade são de pessoas mais idosas, com média de 49 anos. Do total de moradores entrevistados, só um tem abaixo de 30 anos (FIG. 4).



**Fig 4 Idade dos moradores da comunidade de Piracaia-SP**

A comunidade de Porangaba tem um sistema organizacional baseado em oito setores, conforme esquematizado na figura 5. A área administrativa e financeira, cuida da organização geral da comunidade, do pagamento dos funcionários, e da parte legal; o setor de compras reúne a necessidade de toda a comunidade e realiza as compras na cidade; a secretaria divulga os eventos, faz contatos com palestrantes e pessoas interessadas em visitar e/ou participar de atividades na comunidade; a organização de eventos realiza atividades como seminários, palestras e visitas abertas ao público, com a intenção de divulgar conhecimentos e arrecadar dinheiro para a comunidade; a cozinha é responsável pela alimentação de todas as pessoas que frequentam o local, moradores, empregados, visitantes e alunos dos cursos; na loja, são vendidos alguns itens produzidos na comunidade, como sabonetes, livros e apostilas utilizados durante os cursos; a recepção é encarregada de receber e efetuar a inscrição dos visitantes durante o período de curso ou de visita; o setor de publicação é encarregado de publicar, traduzir e disponibilizar os materiais utilizados nos cursos e palestras. Cada setor é responsável pela sua decisão, caso haja um problema muito sério o assunto é levado para a fundadora da comunidade e mais dois moradores que já atuam na área administrativa para auxiliarem na decisão a ser tomada.



**Fig 5 Sistema de organização da comunidade de Porangaba.**

O perfil dos moradores desta comunidade é de pessoas mais jovens, em início de carreira, ou ainda em formação, com uma média de idade de 33 anos (FIG 6). Os indivíduos mais velhos que aparecem na figura 6 são os fundadores.

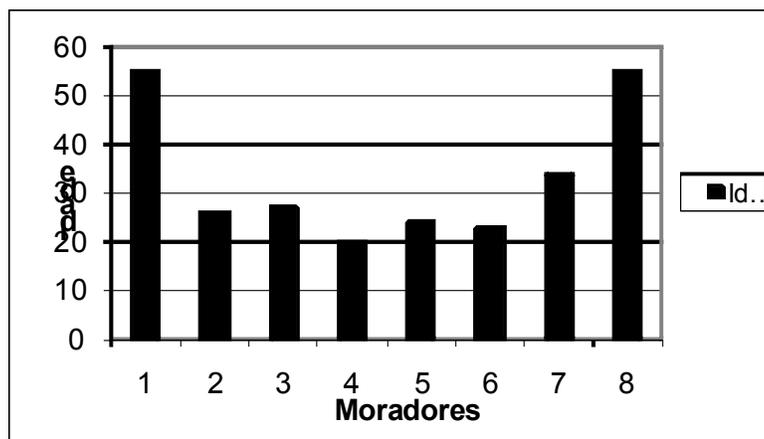


Fig 6 Idade dos moradores da comunidade de Porangaba-SP

Em ambas as comunidades a proporção entre homens e mulheres é semelhante. O tempo de permanência dos moradores na comunidade de Porangaba é baixo, 60% dos entrevistados moram lá a menos de nove meses. Na comunidade de Piracaia a permanência é maior, 33% moram a mais de dois anos, 11% moram entre quatro e nove meses e 55% não moram efetivamente, estão com a casa em construção ou somente com o terreno.

A tabela 8 apresenta os dados de escolaridade e renda de ambas comunidades.

**Tabela 8 Dados de Escolaridade e Renda dos moradores das comunidades de Piracaia-SP e Porangaba-SP**

Comunidade	Escolaridade				Renda		
	Fundamental	Superior Incompleto	Superior Completo	Pós-graduação	Sem renda	De 3 a 10 salários mínimos*	Mais de 10 salários mínimos*
<b>Piracaia</b>	5,5%	16%	44%	33%	5,5%	55,55%	38,88%
<b>Porangaba</b>	Médio	Superior Incompleto	Superior Completo	Pós-graduação	Não possuem renda		
	20%	20%	40%	20%			

\*Considerando R\$510,00 (quinhentos e dez reais) na época da aplicação do questionário

Percebe-se nas duas comunidades um bom grau de instrução da maioria dos moradores, associado com alta renda somente na comunidade de Piracaia. Na comunidade de Porangaba os indivíduos não possuem renda individual, não existe compra ou venda de lote ou casa. As casas pertencem à comunidade e quem deseja morar lá deve passar por cursos oferecidos pela própria comunidade, aceitar e ser aceito pelos outros moradores e exercer uma função ou atividade dentro da comunidade. Dessa forma, não recebem pelos serviços que exercem, mas também, não pagam para morar e comer. Toda a renda obtida dos cursos e palestras vai para a comunidade como um todo.

Quando questionados sobre o consumo mensal de água da casa, na comunidade de Porangaba nenhum morador soube dizer quanto consome. Na comunidade de Piracaia 77% dos entrevistados não souberam dizer quanto consomem. Os quatro entrevistados que souberam responder disseram consumir entre 100 e 166 litros de água por dia, bem abaixo da média de consumo de água por habitante da cidade de Campinas, por exemplo que é de 210 litros/dia (SNIS, 2008).

O grau de satisfação dos moradores é alto (Tabela 9), mas fizeram algumas ressalvas com relação a convivência e parte estrutural da comunidade. Nenhum morador se mostrou totalmente insatisfeito.

**Tabela 9 Dados de expectativa correspondida dos moradores com relação às comunidades de Piracaia e Porangaba**

Comunidade	Grau de satisfação			
	100% Satisfeito	90 a 99% Satisfeito	70 a 89% Satisfeito	40 a 69% satisfeito
Piracaia	22,22%	11,11%	38,88%	27,77%
Porangaba			100%	

Na comunidade de Piracaia os moradores tem a intenção de ter contato com a natureza, mas demonstram dificuldade de se libertarem dos serviços da cidade. A maioria dos moradores se locomove pela propriedade de carro ou moto (66%). Existe o projeto de uma horta comunitária, mas a maioria não cultiva seu alimento e utilizam a residência como casa de campo, frequentada somente nos finais de semana e férias, mantendo como primeira residência uma casa na cidade. Já dentro da comunidade de Porangaba existe uma horta que supre parte das necessidades dos moradores e todos se locomovem a pé ou de bicicleta.

É importante destacar que alguns dos comportamentos dessas comunidades, como o desinteresse pelo controle do consumo de água e dependência de locomoção automotiva, vão contra os princípios de uma comunidade sustentável, apresentados pelo GAIA em 2005, pela ONU em 2008 e pelo GEN em 2009.

Uma questão que é encontrada em outras ecovilas, como Findhorn na Escócia (PORTNEY, 2003) com o mesmo perfil de comunidade e que não se mostrou muito forte na comunidade de Piracaia é a questão espiritual. A comunidade faz refeições coletivas aos finais de semana ao som de cânticos espirituais, onde participa quem se interessar e não existe uma unanimidade entre os moradores sobre a mesma religião e/ou crença a ser seguida. Não existe uma rotina de meditações, reuniões espirituais ou de leituras de textos, onde todos têm que participar como na comunidade de Porangaba.

Em síntese, os dados demonstram que, apesar de terem objetivos muito próximos, as duas comunidades são bastante distintas entre si, pois diferem em muitos aspectos. Porangaba é mais coerente com os princípios de solidariedade, espiritualidade e divisão de bens e tarefas, enquanto que Piracaia é mais “urbanizada” e voltada para o lazer. No entanto, essa observação não significa que há garantia de sucesso na implementação da ecovila do tipo Porangaba. Assim, por

exemplo, nessa comunidade a rotatividade de moradores é muito grande e poucos persistem diante das regras de comunhão, que são muito desenhadas pelos fundadores do lugar.

## 5.2 Caracterização física, vegetação, uso e ocupação

A comunidade de Piracaia possui 2% de área construída (FIG 7 e 9), ou 581 m<sup>2</sup> por morador. Já a comunidade de Porangaba possui 1% de área construída (FIG 8 e 10), correspondendo a 741 m<sup>2</sup> por morador. Em ambas comunidades as construções são amplas, o que significa grande quantidade de material, mão-de-obra e recursos para a sua construção, ou seja, uma característica que contraria os preceitos de uma ecovila, conforme, Choguill (2008) e GAIA (2005). Por outro lado, o baixo adensamento é muito propício para os objetivos de uma comunidade sustentável.

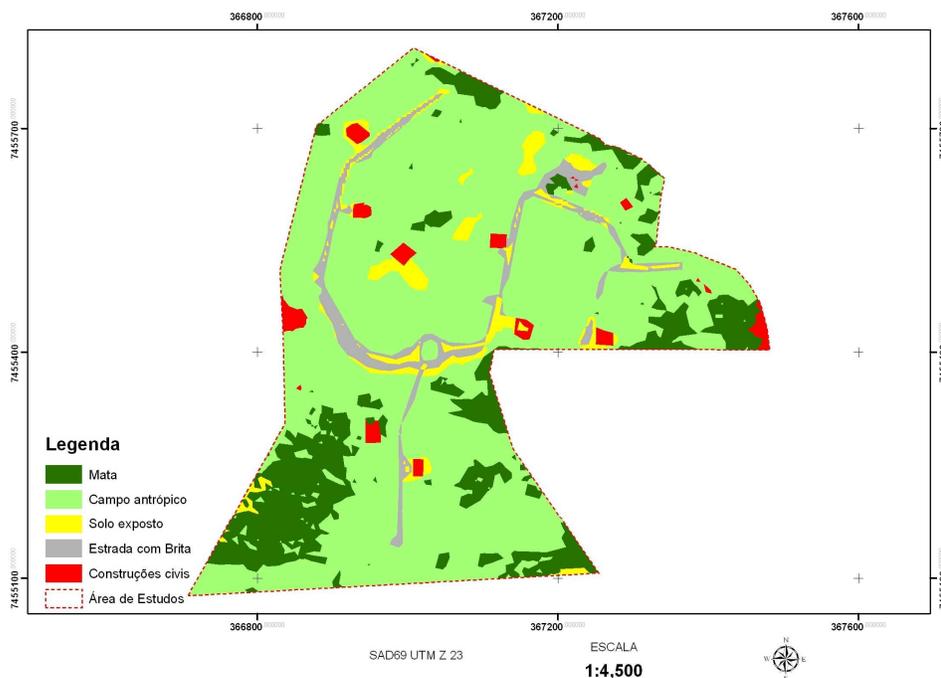
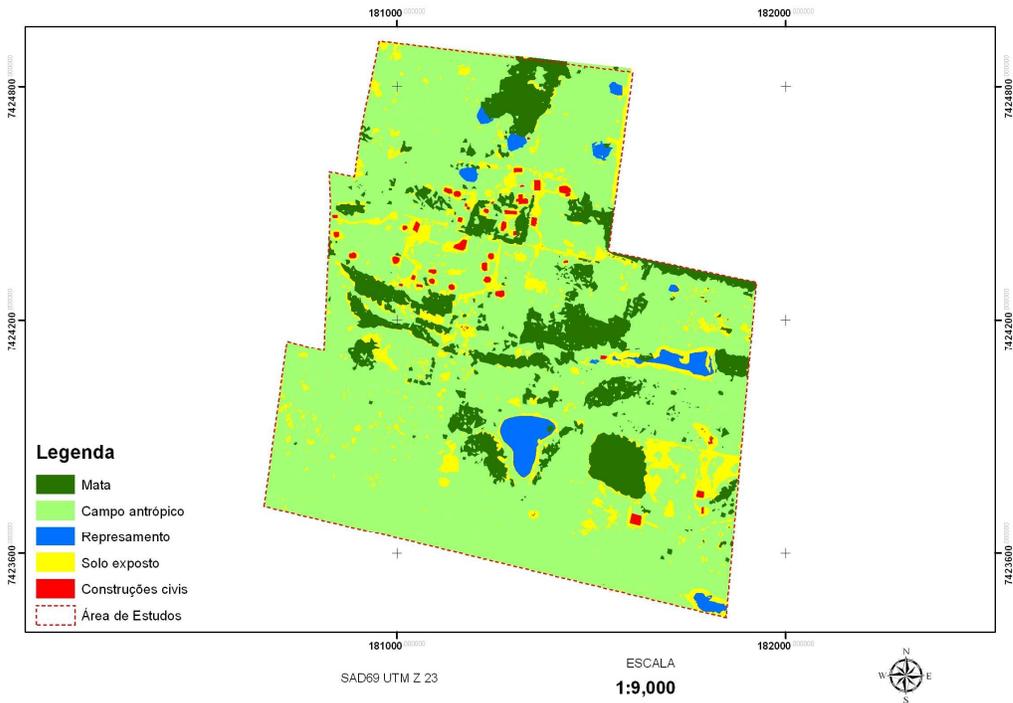
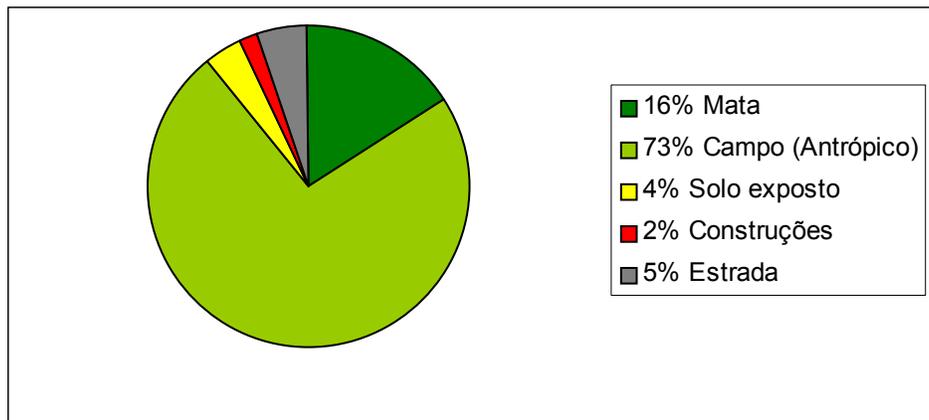


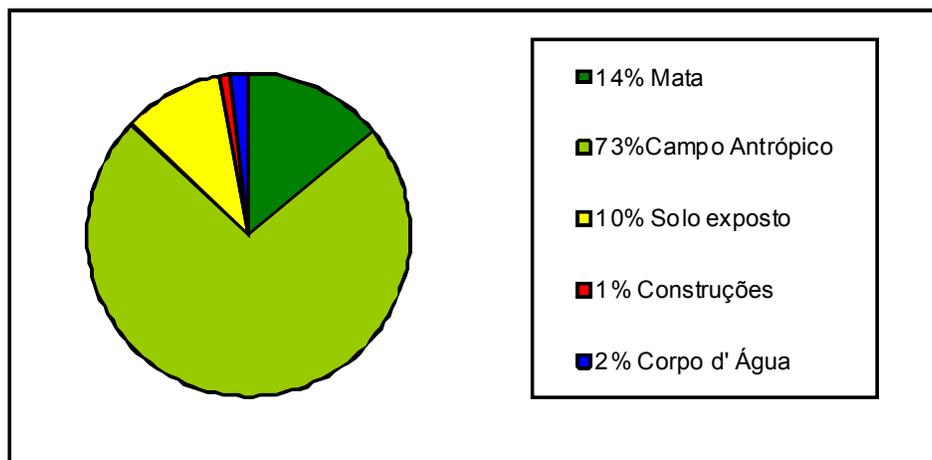
Fig 7 Mapa de uso e ocupação da terra da comunidade de Piracaia-SP



**Fig 8 Mapa de uso e ocupação da terra da comunidade de Porangaba-SP**



**Fig 9 Percentual de áreas de uso e ocupação da comunidade de Piracaia-SP**



**Fig 10 Percentual de áreas de uso e ocupação da comunidade de Porangaba-SP**

A comunidade de Piracaia apresenta aproximadamente 47.190 m<sup>2</sup> de mata (16%). Enquanto que na comunidade de Porangaba ocorre 14% de mata ou cerca de 174.000 m<sup>2</sup>. Piracaia tem menos mata em metros quadrados, mas possui um grande fragmento, e outros poucos na área periférica da propriedade. Já a comunidade de Porangaba é mais entremeada por pequenos fragmentos de floresta. Nas duas comunidades não tem mata nas proximidades imediatas das construções. Além disso, a maior parte dos terrenos é coberta por campos antrópicos, com muito gramado. As hortas e pomares são tão pequenos que fogem da escala de trabalho. Assim, nas duas comunidades não existe a produção de frutíferas e hortas, que realmente possam suprir a necessidade local, não há proteção florestal esperada, nem o contato real com a natureza, seja pela falta de fragmentos de tamanho significativo ou pela ausência de conectividade e nem ocorre o contato realmente próximo com a natureza, contradizendo a vontade dos moradores.

Na comunidade de Piracaia quase não há mata ciliar no entorno das nascentes e ao longo dos cursos de água (20%), o que contradiz o esperado para uma comunidade sustentável, principalmente por se tratar de uma área pertencente a um manancial importante dentro do estado de São Paulo, que é o Sistema Cantareira (FIG

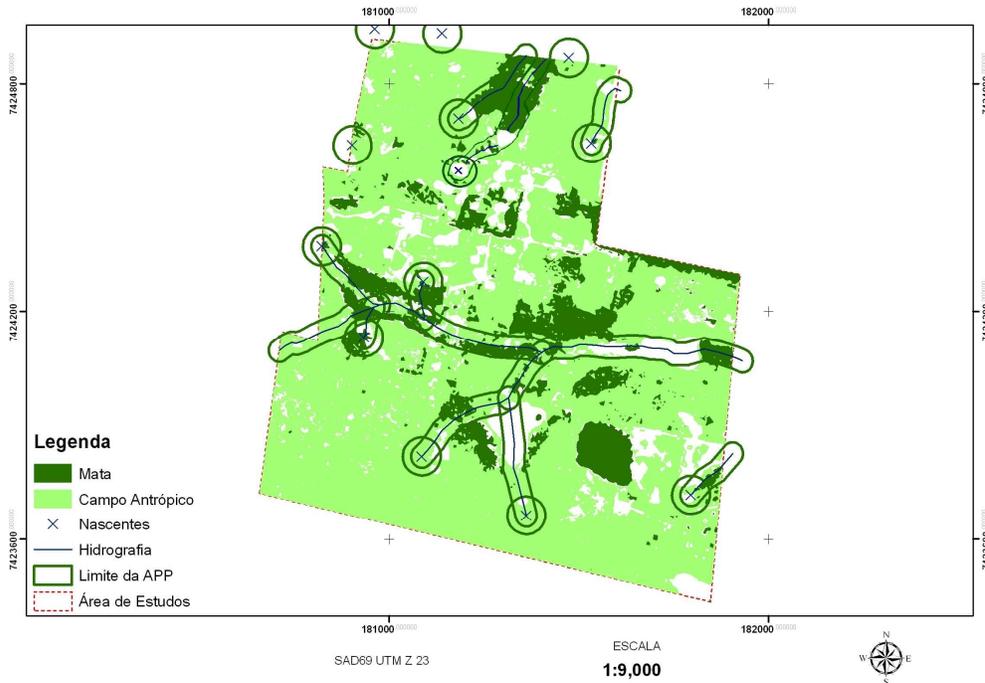
11). Além disso, esse fato contesta os próprios preceitos adotados pela comunidade, que afirma seguir as determinações da Agenda 21.



**Fig 11 Limites legais de proteção da APP e ocorrência real de fragmentos florestais ao longo dos cursos de água e nascentes em Piracaia-SP**

Na comunidade de Porangaba a vegetação ao redor das nascentes e no entorno dos cursos de água é também pouco presente (até 20%). Durante as entrevistas os moradores disseram não existir nascentes na propriedade, o que não é real. Em visita a campo não foi identificada nenhuma das nascentes apresentadas na figura 12, elas foram localizadas somente através das imagens de satélite e carta topográfica. Sobrepondo o mapa de hidrografia com o de uso e ocupação podemos verificar que algumas construções foram feitas em cima ou justapostas às nascentes. Pode-se supor que a falta de conhecimento dos moradores sobre a origem de nascentes no local está ligada a falta de preocupação e de cuidados com a vegetação no entorno delas. Outra séria observação é que para suprir as necessidade de água, eles se abastecem de represas artificiais para irrigação de

hortas e áreas verdes; de poços para chuveiros e torneiras; e para consumo e cocção de alimentos a água é comprada.

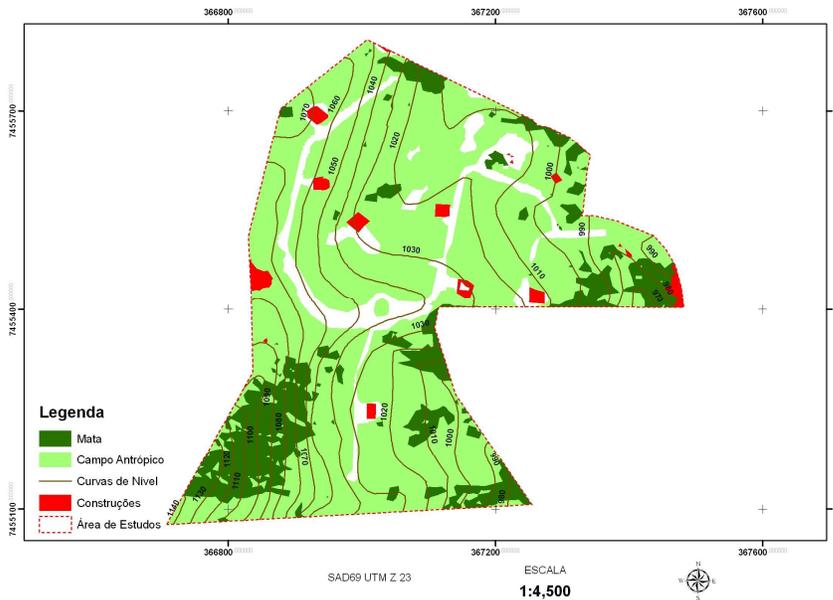


**Fig 12 Limites legais de proteção da APP e ocorrência real de fragmentos florestais ao longo dos cursos de água e nascentes em Porangaba-SP**

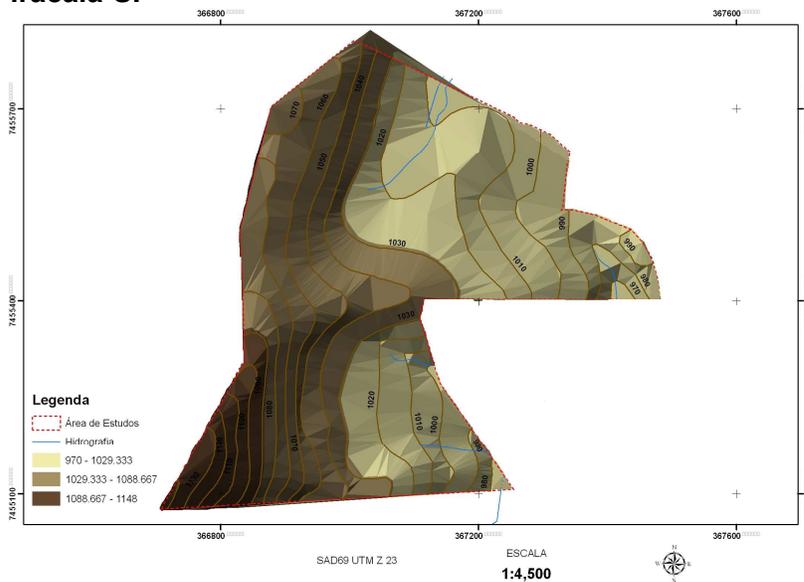
A sobreposição dos mapas de curva de nível, cobertura vegetal natural e uso da terra (FIG 13), com o auxílio do mapa de modelo digital de terreno (FIG 14) permitiu evidenciar que a maior concentração de floresta em Piracaia está sobre as áreas mais declivosas (1130 a 1070 metros), na região sudoeste. A maior parte das construções está localizada em áreas planas, e baixa encosta. Somente algumas indicam corte de terreno. Há ocorrência de alguns fragmentos florestais em topos de morro, porém muito distante do ideal esperado pelo Código Florestal. Existe um projeto em andamento de reflorestamento, mas ainda incipiente.

A comunidade de Porangaba está localizada numa área relativamente plana, porém também em áreas mais declivosas, noroeste e sudeste. Além disso, nos topos de morro, não há presença de mata (FIG 15 e 16).

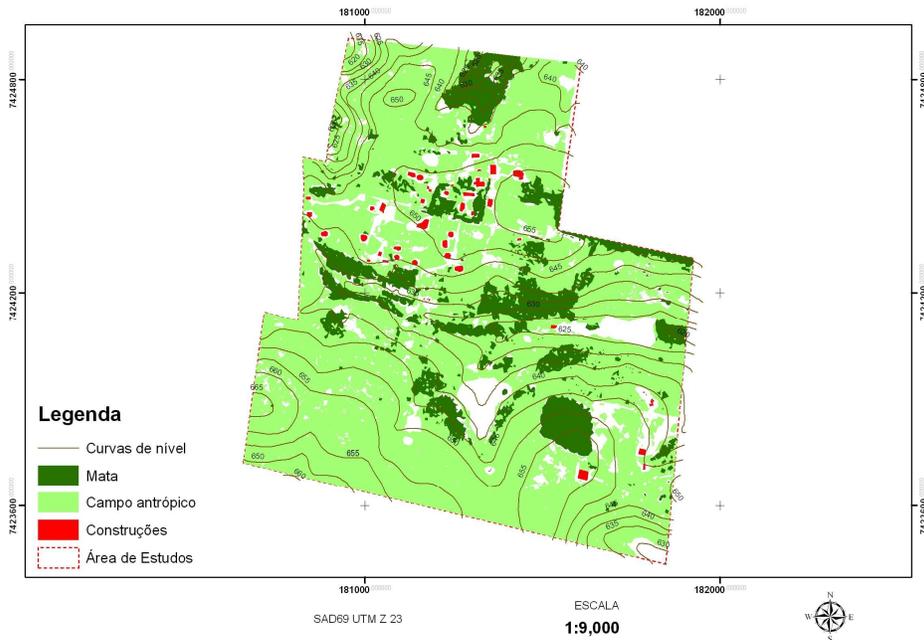
Em suma, os moradores dessas comunidades dão sinais de preocupação com as matas e os cursos de água, mas ainda são dependentes de estruturas artificiais e estão longe de solucionar a pendência da recuperação e manutenção de condições que determinem qualidade ambiental para o lugar.



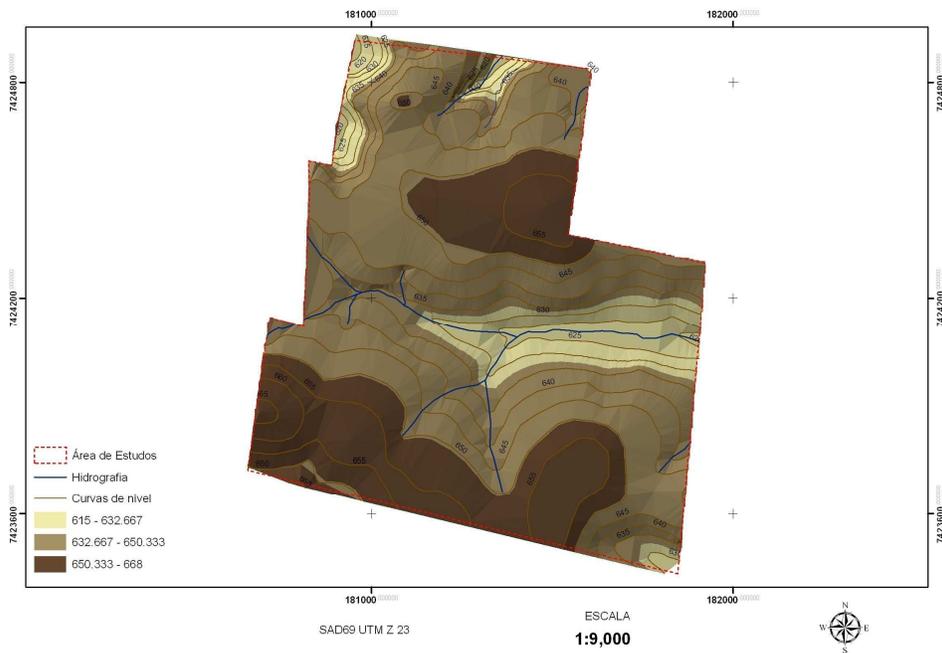
**Fig 13 Mapa de curva de nível sobre mapa de uso da terra - comunidade de Piracaia-SP**



**Fig 14 Modelo de terreno - comunidade de Piracaia-SP**



**Fig 15 Mapa de curva de nível sobre mapa de uso da terra - comunidade de Porangaba-SP**



**Fig 16 Mapa de modelo de terreno - comunidade de Porangaba-SP**

### 5.3 A distância entre a condição ideal e a real das comunidades sustentáveis

Nas tabelas 10 e 11 encontram-se os resultados da aplicação da análise por compromisso para ambas as comunidades, tanto sob a perspectiva do avaliador como dos moradores, que pretendem evidenciar a distância observada entre o cenário ideal e a realidade do lugar. As figuras 17 e 18 objetivaram ressaltar os parâmetros que suscitaram os resultados, positivos ou negativos, apresentados nas tabelas 10 E 11, tanto sob a perspectiva técnica quanto das comunidades em estudo.

**Tabela 10 Distâncias padronizadas, considerando os pesos atribuídos pelo avaliador, relativas a comunidade de Piracaia e Porangaba**

		<b>Piracaia</b>	<b>Porangaba</b>
	Distância padronizada considerando todos os critérios	0,25	0,47
Critério 1	Distância padronizada relativa à avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água	0,18	0,55
Critério 2	Distância padronizada relativa à avaliação do comportamento da comunidade	0,35	0,50
Critério 3	Distância padronizada relativa à avaliação da gestão compartilhada que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos	0,33	0,47

**Tabela 11 Distâncias padronizadas, considerando os pesos atribuídos pelos moradores, relativa a comunidade de Piracaia e Porangaba**

		<b>Piracaia</b>	<b>Porangaba</b>
	Distância padronizada considerando todos os critérios	0,12	0,32
Critério 1	Distância padronizada relativa à avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água	0,02	0,21
Critério 2	Distância padronizada relativa à avaliação do comportamento da comunidade	0,05	0,46
Critério 3	Distância padronizada relativa à avaliação da gestão compartilhada que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos	0,29	0,47

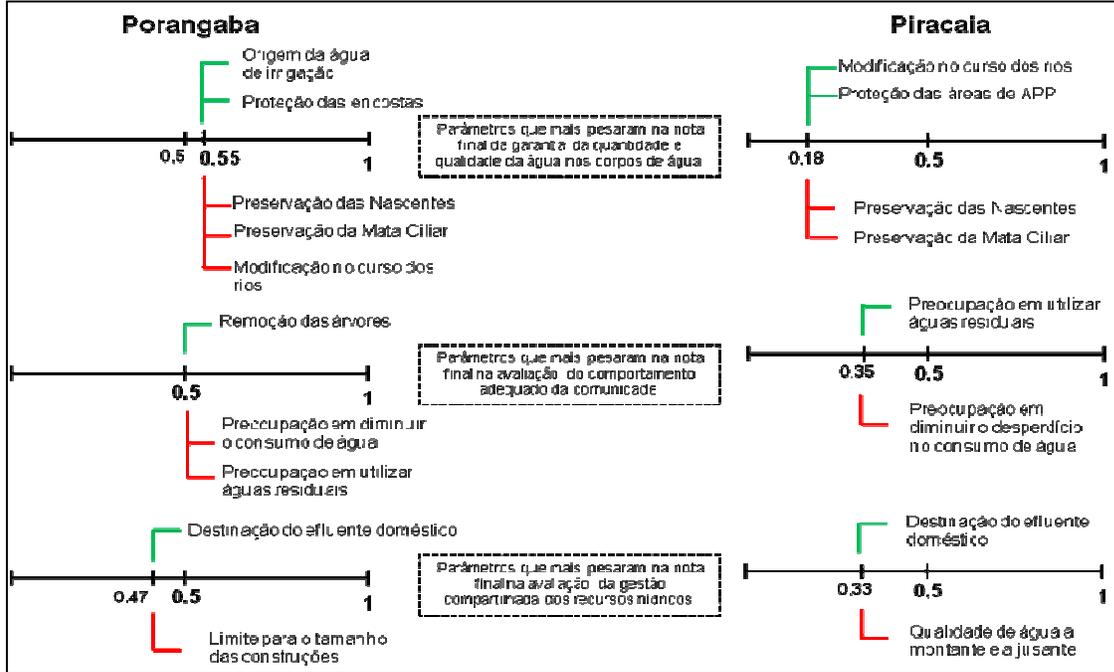


Fig 17 Parâmetros que mais pesam na avaliação dos critérios em cada comunidade sob a perspectiva técnica. (Verde: elevação da nota; Vermelho: depreciação da nota)

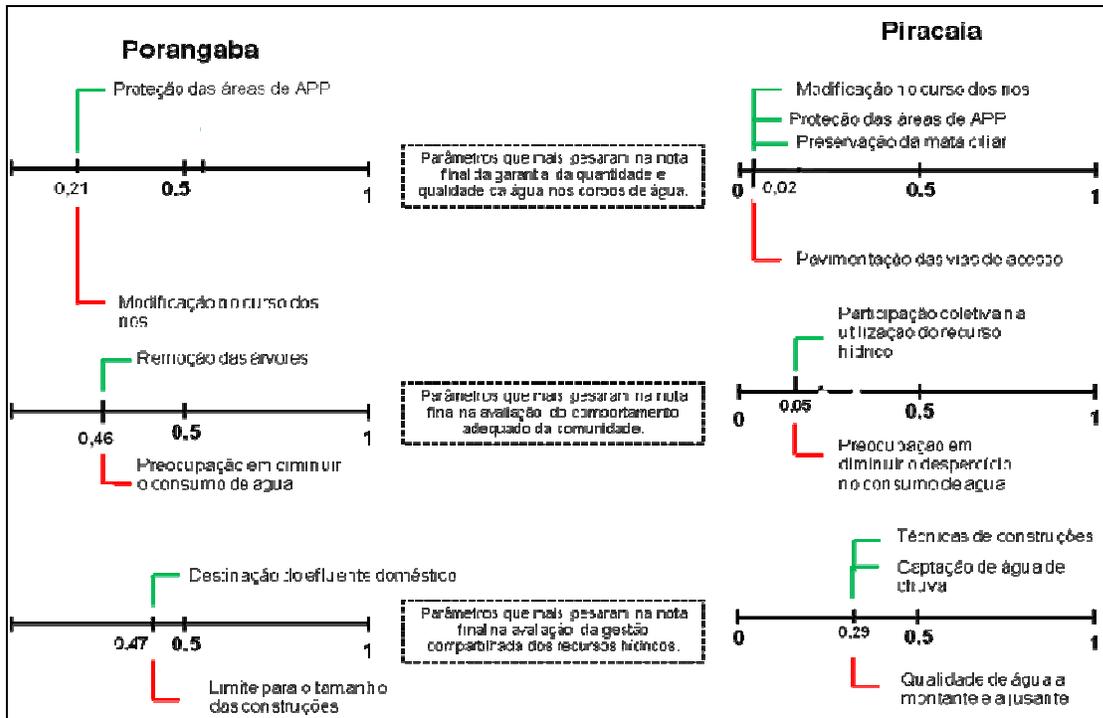


Fig 18 Parâmetros que mais pesaram na avaliação dos critérios em cada comunidade sob a perspectiva dos moradores. (Verde: elevação da nota; Vermelho: depreciação da nota)

Os resultados demonstram que, em relação ao conjunto de critérios, a comunidade de Piracaia apresenta uma melhor avaliação técnica do que a comunidade de Porangaba, ou seja, está mais próxima de uma condição ideal. Apesar da diferença no resultado final, as duas comunidades apresentaram uma grande preocupação com a destinação do efluente doméstico. Os resultados evidenciam que ambas têm um longo caminho a ser traçado para ser realmente diferenciadas de um sistema urbano ou rurbano padrão.

Apesar das diferenças no resultado final, as duas comunidades mostraram uma grande preocupação com a destinação do efluente doméstico, mesmo não fazendo um controle periódico da qualidade do efluente, tão pouco sabendo da existência das normas legais que regulamentam essa questão, como o CONAMA 357 de 2005.

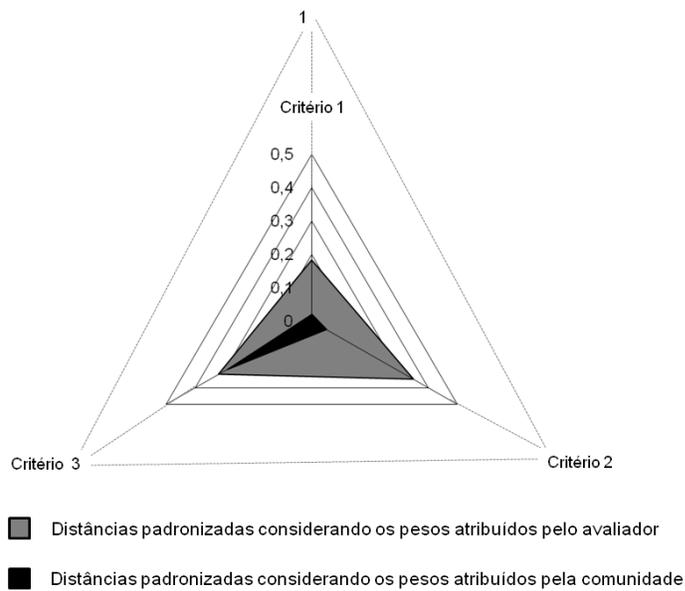
Os principais pontos fracos apontados para as duas áreas de estudo estão relacionados com a preservação das nascentes, da mata ciliar e redução do consumo e desperdício de água. Essas atitudes também evidenciam que as comunidades têm uma grande preocupação com a destinação dos produtos que geram, mas não efetivamente com os recursos naturais que utilizam. Um exemplo claro disso é o uso que fazem da água: não protegem as matas e nascentes, não racionalizam o consumo e o desperdício de água, mas fazem o tratamento dos seus efluentes.

Pela figura 18 fica evidente que cada comunidade tem uma percepção própria sobre seu comportamento relativo à conservação ambiental. A comunidade de Piracaia percebe-se de forma mais ideal do que a comunidade de Porangaba, porém a diferença entre a distância do ideal, da visão técnica e da comunidade para o conjunto de critérios é praticamente igual (0,15 para Porangaba e 0,13 para Piracaia). Para as duas comunidades a forma como preservam as áreas de proteção

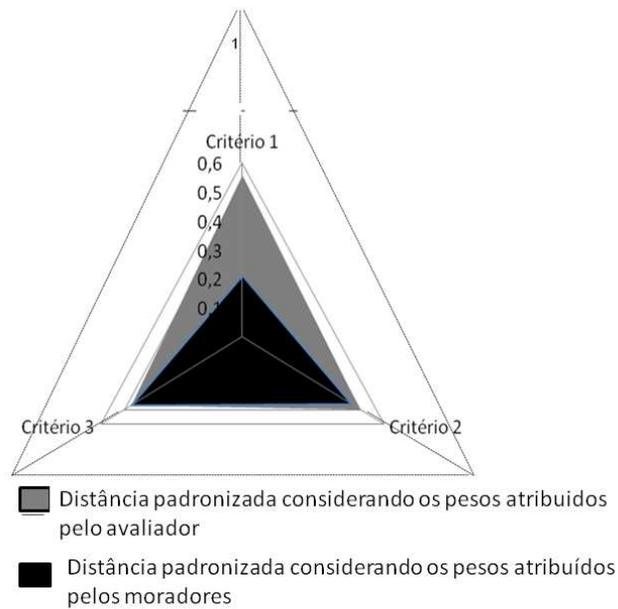
permanente é condizente com um comportamento que visa garantir a quantidade e qualidade da água, item que não foi bem pontuado pela avaliação técnica. Já a comunidade de Porangaba parece ter uma percepção maior dos resultados das ações que ela exerce no meio como as modificações nos cursos dos rios, pois foi o parâmetro com pior avaliação pela comunidade no critério 1 (avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água).

Apesar da comunidade de Porangaba não ter tido uma boa pontuação final, colocando-a longe da situação ideal, em alguns parâmetros, houve convergência de opiniões entre a avaliação técnica e a dos moradores. Estas convergências ocorreram mais nos critérios 2 e 3 (avaliação do comportamento da comunidade e avaliação da gestão compartilhada que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos, respectivamente), nos parâmetros de remoção de árvores, preocupação em diminuir o consumo de água, destinação de efluentes domésticos e limite para o tamanho das construções. Na comunidade de Piracaia as convergências de opiniões entre as duas avaliações foram menores, sendo o critério 3 (avaliação da gestão compartilhada que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos) o que teve mais parâmetros com coincidência de opinião.

Para melhor comparar os resultados obtidos pela avaliação técnica com os dados obtidos com a comunidade, foram elaboradas as figuras 19 e 20, que possibilitam a sobreposição das informações.



**Fig 19 Distâncias padronizadas considerando os três critérios avaliados na comunidade de Piracaia-SP**



**Fig 20 Distâncias padronizadas considerando os três critérios avaliados na comunidade de Porangaba-SP**

Comparando a avaliação técnica com a dos moradores por critério na comunidade de Piracaia, a percepção dos moradores é distinta da avaliação técnica e mais tolerante às situações de impacto. Para a avaliação técnica o critério que mais necessita ser melhorado é o critério 2, que avalia o comportamento da comunidade. Na visão dos moradores o critério que mais precisa ser melhorado é o 3, que avalia a gestão compartilhada dos recursos, que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos. Isso significa que, para a comunidade de Piracaia, as ações de racionalização sobre a utilização e a organização interna da comunidade devem ser mais bem trabalhadas de forma a garantir um uso adequado dos recursos hídricos. Na prática significa dizer que há a necessidade de melhorar as políticas para economia no uso de água potável, por meio de técnicas adequadas ao contexto de uma ecovila.

Na comunidade de Porangaba a avaliação técnica mostrou um comportamento ainda mais distante de uma ecovila, pois foram encontrados valores muito longe do ideal, acima de 50%. No entanto, como já evidenciado, a avaliação feita pelos moradores demonstrou uma boa percepção da realidade quando comparado com a comunidade de Piracaia. Isso pode ser observado com o resultado das notas dos critérios 2 e 3 dadas pela comunidade que quase ficaram com os mesmos valores da avaliação técnica. Esses resultados demonstram que existe uma diferença expressiva entre as duas comunidades estudadas tanto na pontuação, quanto na percepção que essas comunidades tem sobre as suas atividades. Apesar disso, elas concordam que o critério 3 (avaliação da gestão compartilhada que visa o controle e monitoramento dos recursos hídricos) é o que mais precisa ser melhorado destacando que existe uma clara necessidade de aprofundar as questões relacionadas à gestão interna dos recursos.

Segundo Ha (2008) a maturidade de uma comunidade acaba resultando em melhores resultados, uma vez que propicia uma melhor forma de lidar com os problemas e um tempo maior para se adequar aos requisitos de uma comunidade

sustentável ou ecovila. Assim, considerando o tempo que as duas comunidades existem, a comunidade de Porangaba deveria estar em melhor situação em relação à conservação dos recursos do que a comunidade de Piracaia, mas não se observa, efetivamente, uma distância significativa entre elas.

Não podemos negar que a iniciativa de tais comunidades é um grande avanço para a conservação do meio ambiente, e que elas têm uma preocupação e consciência ambiental muito maiores que a média da população urbana, no entanto algumas urgentes medidas são necessárias. Cada vez mais há o aparecimento de comunidades com este perfil, mas este estudo sugere que para elas alcançarem o sucesso é preciso que o delineamento de seus objetivos ocorra desde o início de sua implantação, na própria obtenção da propriedade e concepção do seu *design*. Em síntese, é preciso que essas comunidades se aproximem mais do cenário ideal e evitem vender uma imagem que não condiz com a realidade. Também é necessário atentar que a busca pela natureza não significa, automaticamente, um comportamento que garante a sustentabilidade. Em diversas situações essa busca acaba fazendo com que o homem saia dos centros urbanos e leve para as áreas rurais, onde ainda restam recursos naturais, a forma de vida da cidade, com consumo de recursos e produção de resíduos inadequados ao paradigma de ecovila. Paralelamente, é necessário fazermos uma reflexão se precisamos sair do local onde moramos e invadir novos espaços para viver de forma menos impactante ao invés de modificarmos nossas atitudes, trazendo para a cidade a sustentabilidade que desejamos ter ao nosso redor.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos para as comunidades de Porangaba e Piracaia evidenciaram que ambas estão distantes do cenário ideal para os recursos hídricos

de uma ecovila entre 25% e 50%. Entre os 25 parâmetros de sustentabilidade para os recursos hídricos adotados, os que avaliaram a preservação das nascentes e das matas ciliares foram aqueles que mais prejudicaram a avaliação das comunidades como ecovilas. Destaca-se que ambas as comunidades atualmente não obedecem aos preceitos básicos do Código Florestal que destaca a preservação das matas em encostas e topos de morro ao longo dos cursos de rio e de suas nascentes. As comunidades têm forte percepção de suas limitações para a conservação dos recursos naturais, mas atribuem o fato principalmente para as deficiências de gestão compartilhada e, de forma geral, são mais tolerantes na atribuição de notas aos danos do que a avaliação realizada por este estudo. Os diferentes perfis das comunidades atuaram de forma indistinta: Piracaia é mais condizente em termos de atributos naturais esperados para uma ecovila, porém tem uma percepção mais distante do comportamento esperado para uma comunidade sustentável, com maior dependência das facilidades urbanas do que Porangaba. Se um esforço for realizado por essas comunidades, no sentido de implementar ações que atuem diretamente sobre os parâmetros que mais as distanciam da condição ideal é bastante provável que possam, em um futuro próximo, implementar uma condição real de sustentabilidade local e servirem de modelo para a implantação de outras ecovilas.

## REFERÊNCIAS

AMIRI, M.; EKHTIARI, M.; YAZDANI, M. Nadir compromise programming: A model for optimization of multi-objective portfolio problem. **Expert systems with applications**. Iran, n. 38 p. 7222-7226, 2011.

ANDREOLI, C.V.; BRITO, E.N.; FERNANDES, F.; VEROCAI, V. Proposta preliminar de abordagem metodológica para análise de estudo de impactos ambientais. In: JUCHEM, Peno Ari, coord. **MAIA**: manual de avaliação de impactos ambientais. 3. ed. Convenio de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Governo do Estado do Paraná. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Curitiba, 1999, 3150, p. 1-16.

BEATLEY, T.; MANNING, K. **The Ecology of Place – Planning for Environment, Economy, and Community**. Washington: Island Press, 1997.

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de Sustentabilidade**. 2 ed. Rio de Janeiro: FGV. 2006.

BOULANGER, P. M.; BRÉCHET, T. Models for policy-making in sustainable development: The state of the art and perspectives for research. **Ecological Economics**, Bélgica, n.55 p. 337-350, 2005.

BRAND, F. Critical natural capital revisited: ecological resilience and sustainable development. **Ecological Economics**, Alemanha, n. 68 p. 605 – 612, 2009.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, Art 2º, 15 set, 1965. **Net**. Disponível em: <

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771compilado.htm)>. Acesso em: 20 jun, 2011.

CHOGUILL, C. L. Developing sustainable neighbourhoods. **Habitat International**, Arabia Saudita, n. 32, p. 41-48, 2008.

CLUBE DE ROMA. **Net**. Disponível em:< <http://www.clubofrome.org/eng/about/4/>>. Acesso em 21 Jul. 2010.

CNUMAD. Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente. **Net**, 1992.

Disponível

em:<[http://www.eoearth.org/article/United\\_Nations\\_Conference\\_on\\_Environment\\_and\\_Development\\_\(UNCED\),\\_Rio\\_de\\_Janeiro,\\_Brazil](http://www.eoearth.org/article/United_Nations_Conference_on_Environment_and_Development_(UNCED),_Rio_de_Janeiro,_Brazil)>. Acesso em: 15 Jul. 2010.

<<http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>> Acesso em 17 nov 2009.

CONAMA. Resolução nº357, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 53, seção 1, p. 58-63, 18 mar 2005. **Net**. Disponível em:

< [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res\\_conama\\_357\\_05.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf)>

CORRÊA, M. A.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão de recursos hídricos no âmbito da Bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré- SP. In: **II Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade**, 2008, São Carlos v.1, p. 1-14.

FIDALGO, E. C. C. Critérios para análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais. 2003. 258p. **Tese** (Doutorado) – Planejamento e desenvolvimento rural sustentável na Universidade Estadual de Campinas – Brasil, 2003.

GAIA Education. Educação para o design de ecovilas. **Net**, 2005. Disponível em: [http://www.gaiaeducation.org/docs/GaiaEdu-Manual\\_Portug.pdf](http://www.gaiaeducation.org/docs/GaiaEdu-Manual_Portug.pdf)>. Acesso em Jun de 2010.

GASSON, B. The Ecological Footprint of Cape Town: Unsustainable Resource use and Planning Implications. In: **National Conference of the South African Planning Institution**, 18-20 Setembro, 2002, Durban, Africa.

GEN. GLOBAL ECOVILLAGE NETWORK. **Net**. Disponível em: <<http://gen.ecovillage.org>>. Acesso em 17 nov 2009.

HA, S. K. Social housing estates and sustainable community development in South Korea. **Habitat International**, Republica da Coreia, n. 32, p. 349-363, 2008.

HARMAAJÄRVI, I. EcoBalance model for assessing sustainability in residential areas and relevant case studies in Finland. **Environmental Impact Assessment Review**, Finlândia, n. 20, p. 373-380, 2000.

HERRERA, A. O.; SCOLNICK, H. D.; CHICHILINSKY, G.; GALLOPIN, G. C.; HARDOY, J. E.; MOSOVICH, D.; OTEIZA, E.; ROMERO, G. L.; SUÁREZ, C. E.; TALAVERA, L. **Catástrofe ou Nova Sociedade? Modelo mundial latinoamericano 30 anos depois**. 2 ed. Argentina: IIED- América Latina. 2004

HOCKINGS, M.; STOLTON, S.; DUDLEY, N. **Evaluating effectiveness: a framework for assessing the management of protected areas**. Cambridge: IUCN-The World Conservation Union, 2000. (Best Practice Protected Area Guidelines Series, 6, World commission on Protected Areas). Disponível em: <<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/PAG-014.pdf>> Acesso em: 8 jul. 2010.

HU, D.; WANG, R. Exploring eco-construction for local sustainability: An eco-village case study in China. **Ecological Engineering**, China, n. 11, p. 167-176, 1998.

INOGUCHI, T.; NEWMAN, E.; PAOLETTO, G. (Ed.) **Cities and the Environment – New Approaches for Eco-Societies**, Tokyo: United Nations University Press, 1999.

KIRBY, A. Redefining social and environmental relations at the ecovillage at Ithaca: A case study. **Journal of Environmental Psychology**, EUA, n. 23, pp. 323-332, 2003.

Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development (LEED ND). **Net**, Estados Unidos, 2009. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=148>>. Acesso em: 7 de Abr. de 2010.

LAYCOCK, H.; MORAN, D.; SMART, J.; RAFFAELLI, D.; WHITE, P. Evaluating the cost-effectiveness of conservation: The UK Biodiversity Action Plan. **Biological Conservation**, Reino Unido, n 142, p. 3120-3127, 2009.

LEMES, J. L. V. B.; SCHIRMER, W. N.; CALDEIRA, M. V. W.; van KAICK, T.; ABEL, O.; BÁRBARA, R. R. Tratamento de Esgoto por meio de Zona de Raízes em Comunidade Rural. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 169-179, 2008.

LENGER, van J. **Manual do Arquiteto Descalço**. Livraria do Arquiteto. 2004.

LI, F.; LIU, X.; HU, D.; WANG, R.; YANG, W.; LI, D.; ZHAO, D. Measurement indicators and an evaluation approach for assessing urban sustainable development: A case study for China's Jining City. **Landscape and Urban Planning**, China, n. 90 p. 134-142, 2009.

MANOLIADIS, O. G. Development of ecological indicators – a methodological framework using compromise programming. **Ecological indicators**, Grécia n. 2 p. 169-176, 2002.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. **Limites do Crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade**. Editora Perspectiva. 1973.

MEIRA, C. M. B. S.; CEBALLOS, B. S. O.; OLIVEIRA, R.; KÖNIG, A.; COURA, M. A. Análise de Componentes Principais de um sistema de Terras Úmidas Construídas. **In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 18 – 23 Setembro, 2005, Mato Grosso do Sul Brasil.

MOLLISON, B. **Introdução a Permacultura**. Tagari Publicações. 1991.

MYLLYLA, S.; KUVAJA, K. Societal premisses for sustainable development in large southern cities. **Global Environmental Change**. Finlandia, n. 15, p. 224-237, 2005.

NSSD. National Strategies for Sustainable Development. **Net**, 2010. Disponível em: <<http://www.nssd.net/references/SustDev.htm>>. Acesso em 21 Jul. 2010.

ONU. Organização das Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de população. **Net**, 2008. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/population/>>. Acesso em 09 Abr. 2011.

OECD. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Key Environmental Indicators. **Net**, Paris, 2004. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/32/20/31558547.pdf>>. Acesso em: 29 nov 2009.

PORTNEY, K. E. **Taking sustainable cities seriously**. Cidade Springer Netherlands. 2003.

RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro/Vitória: Ministério das Minas e Energia. Folhas SF23/24, v. 32, 780 p. 1983.

SACHS, I. Sociedade, cultura e meio ambiente. **Revista Mundo & Vida**. Niterói, v.2, n.1, p.7-13, 2000. Disponível em: <[http://www.uff.br/cienciaambiental/mv/mv1/MV1\(1-2\)07-13.pdf](http://www.uff.br/cienciaambiental/mv/mv1/MV1(1-2)07-13.pdf)> Acesso em 15 de junho de 2010

SALEH, M. A. E. Learning from tradition: the planning of residential neighborhoods in a changing world. **Habitat International** Arabia Saudita, n. 28 p. 625-639, 2010.

SANTOS, R.F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo Oficina de textos. 2004.

SATO, A.C.K. **Índices de Sustentabilidade**. 2003. Disponível em:

<<http://www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/anacarla.htm>>. Acesso em: 31 Jul. 2009.

SATTERTHWAITE, D. The role of Cities in Sustainable Development. **Sustainable Development Insights**. Boston, n. 4, p. 1 – 8. 2010. Uma publicação das Nações Unidas Departamento de Economia e Assuntos Sociais Divisão de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.bu.edu/pardee/files/2010/04/UNsdkp004fsingle.pdf> Acesso em 22 jul. 2010.

SEYFANG, G. Environmental mega-conferences – from Stockholm to Johannesburg and beyond. **Global Environmental Change**. Reino Unido, n. 13, p. 223-228. 2003.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Diagnóstico dos serviços de água e esgoto - 2008. Tabela de Informações e Indicadores. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Net**, 2008. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=85>. Acesso em 20 Abr 2011.

SVENSSON, K. What is an ecovillage? In: JACKSON, H.; SVENSSON, K. (Ed.). **Ecovillage living: restoring the earth and her people**. Devon, UK: Green Book and Gaia Trust: 2002, p. 10-12.

THOMPSON, J. W.; SORVIG, K. **Sustainable Landscape Construction a guide to green building outdoors**. Island Press. 2008.

USGBC. UNITED STATES. GREEN BUILDING COUNCIL. **Net**, 2009. Disponível em: <<http://www.usgbc.org>>. Acesso em 29 jan 2010.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991.

WINOGRAD, M. URIB, F. **Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y la toma de decisiones en lá corporación autónoma regional del**

**Risaralda: marco conceptual y aplicación.** Cali, 1996.  
<<http://www.ciat.org/indicators/txtonly/unepci/carter.htm>>

WORLDWATCH INSTITUTE. **Net**, 2009. Disponível em:  
<<http://blogs.worldwatch.org/transformingcultures/wp-content/uploads/2009/11/SOW2010-PreviewVersion.pdf>>. Acesso em 30 jan 2010.  
ZARGHAMI, M.; SZIDAROVSKY, F. On the relation between Compromise Programming and ordered weighted averaging operator. **Information Science**. EUA, n. 180, p. 2239-2248, 2010.

ZUFFO, A C. Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos. São Carlos, 1998. **Tese** (doutorado) 304 p. Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_ ; REIS, L. F. R.; SANTOS, R. F.; CHAUDHRY, F. H. Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Brasil, v. 7, n. 1, p. 81-102, 2002.

\_\_\_\_\_. Análise Multicriterial ao Planejamento de Recursos Hídricos: Uma Metodologia Fuzzy para o Enfoque Ambiental. **Livre docência** Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, 2010.

## ANEXOS

Anexo A – Questionários que foram aplicados aos moradores das comunidades

1. **Nome** (Opcional): \_\_\_\_\_

2. **Idade:** \_\_\_\_\_

3. **Sexo:** ( ) Masculino  
( ) Feminino

4. **Grau de escolaridade:**

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| ( ) Nenhuma escolaridade             | ( ) Ensino Fundamental: 1ª a 4ª série |
| ( ) Ensino Fundamental 5ª a 8ª série | ( ) Ensino Médio Incompleto           |
| ( ) Ensino Médio                     | ( ) Superior Completo                 |
| ( ) Ensino superior incompleto       | ( ) Pós-graduação                     |

5. **Renda mensal**

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ( ) Não possui renda            | ( ) 3 a 10 salários mínimos     |
| ( ) Até 3 salários mínimos      | ( ) 10 a 20 salários mínimos    |
| ( ) De 20 a 30 salários mínimos | ( ) Mais de 30 salários mínimos |

6. **Tipo de residência**

- |                   |  |                      |
|-------------------|--|----------------------|
| ( ) Alugada       | ( ) Própria                                | ( ) Casa de veraneio |
| ( ) Em construção | ( ) Mora na casa que pertence a comunidade |                      |



Sim **Qual tipo de árvore/vegetal você planta?**\_\_\_\_\_.

Não

**13. Qual a área da sua casa em m<sup>2</sup>?**\_\_\_\_\_.Se já tiver uma estimativa ou se já estiver com o projeto pronto.

**14. Sua casa possui jardim/área verde?** Se já tiver uma estimativa ou se já estiver com o projeto pronto

Sim. Quantos m<sup>2</sup>?\_\_\_\_\_

Não

**15. Você irriga seu jardim/área verde?mesmo que ainda não more na comunidade e se possuir uma canteiro ou alguma área verde na residência atual**

Sim. Quantas vezes por semana?\_\_\_\_\_.

Não

**16. Qual a origem da sua água de irrigação?Pode ser respondida de acordo com o que foi definido no projeto da casa**

Rede municipal  Poços artesianos

Água de reuso (coletadas de pias, chuveiros e máquinas de lavar)

Chuva  Nascente

Outra Qual?\_\_\_\_\_

**17. Qual a origem da sua água de abastecimento?**

Manancial  Municipal

Represamento  Poços artesianos

Nascente  Poços

Chuva  Outro Qual?\_\_\_\_\_

**18. É feito algum tipo de análise da água que abastece a comunidade? E da água liberada pela comunidade?**

Sim. Quantas vezes por ano? \_\_\_\_\_

Não

**19. Quais práticas são realizadas na sua residência para poupar água? Pode assinalar mais de uma alternativa, ou adicionar alguma que não foi mencionada abaixo.**

Coleta de água de chuva (calhas e cisternas).

Faz reparo de torneiras para que não fiquem pingando

Possui equipamentos, como torneiras, que permitam controlar o consumo

Procura juntar o máximo de roupas para lavar de uma vez

Escova os dentes com a torneira fechada

Coleta água residual (água da máquina de lavar roupa e louça para lavar o quintal, por exemplo)

**20. Você faz monitoramento periódico dos encanamentos da sua casa? Pode ser respondida de acordo com o seu costume.**

Sim

todo ano                       a cada dois anos

a cada três anos       a cada quatro anos

Não

**21. A comunidade recomenda/exige que as construções feitas na comunidade sejam de baixo impacto, longa duração e baixo custo?**

Sim                       Não

**22. Você reutiliza água da:**

**Chuva**     Não

Sim. Como coleta? \_\_\_\_\_

calha     Cisterna. Quantos litros de água de chuva são coletados em

média? \_\_\_\_\_

**Qual o destino dado para a água de chuva coletada?**

\_\_\_\_\_

**Maquinas de lavar roupa e louça?**

Não

Sim

**Qual o destino dado para a água retirada das máquinas?**

---

**Chuveiros e pias?**

Não

Sim

**Qual o destino dado para a água coletada dos chuveiros e pias?** \_\_\_\_\_

**23. Formas de transportes**

**Como você realiza seus trajetos de curtas distancias (dentro da comunidade)**

carro particular                       a pé                       Outro \_\_\_\_\_

transporte público                       bicicleta

**Como você realiza seus trajetos de média/longas distancias (escola, supermercado trabalho)**

carro particular                       a pé                       Outro \_\_\_\_\_

transporte público                       bicicleta

**24. Tem algum tipo de cultivo da sua casa?**

Hortaliças \_\_\_\_\_                       Temperos \_\_\_\_\_

árvores \_\_\_\_\_

Plantas ornamentais \_\_\_\_\_

**25. Utiliza algum composto para adubar, repelir insetos, ou qualquer outra coisa?**

Sim Qual? \_\_\_\_\_ . Quantas vezes? \_\_\_\_\_

Não

**26. Qual o consumo médio de água da sua casa em m<sup>3</sup>? \_\_\_\_\_** Pode ser de acordo com o seu consumo usual mesmo que não more na comunidade

**27. Qual o tipo de sistema de esgoto que tem na sua casa? Pode ser de acordo com o que foi definido no projeto da casa que vai ser construída.**

Fossa séptica

Fossa negra     Nenhum, vai direto para o rio

Forma de tratamento própria.

Qual(is)? \_\_\_\_\_

Tabela 12 Análise considerando os pesos atribuídos pelos técnicos à comunidade de Piracaia

Neste caso as distâncias padronizadas são calculadas considerando os pesos atribuídos pelo avaliador. Considerou-se $f^*=5$ e $f'=1$ .									
<b>Resultados</b>									
Distância padronizada considerando todos os critérios						0,247983871			
Distância padronizada relativa à avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água						0,183673469			
Distância padronizada relativa à avaliação do comportamento da comunidade						0,35			
Distância padronizada relativa à avaliação da gestão compartilhada						0,327777778			
Critérios	Parâmetros	Peso Importância	Peso Objetividade	Peso Final	Pontuação	$f^*-f(x)$	$f^*-f'$	$f^*-f(x)/f^*-f'$	$P(f^*-f(x)/f^*-f')$
conservação do recurso hídrico	1.construções nas APP dos rios	3	3	5	5	0	4	0	0
	2.preservação da mata ciliar	3	2	4	2	3	4	0,75	3
	3.preservação das nascentes	3	2	4	2	3	4	0,75	3
	4.origem da água de irrigação	3	2	4	4	1	4	0,25	1
	5.modificação no curso do rio	3	3	5	5	0	4	0	0
	6.resíduos no curso do rio	3	3	5	5	0	4	0	0
	7.presença de assoreamento	3	3	5	5	0	4	0	0
	8.origem da água para consumo	3	3	5	5	0	4	0	0
	9.proteção das encostas	3	2	4	5	0	4	0	0
	10.pavimentação das vias de acesso	2	3	4	3	2	4	0,5	2
comportamento ético e adequado	11.bolsão de estacionamento	2	3	4	5	0	4	0	0
	12.participação coletiva na utilização do recurso hídrico	2	3	4	3	2	4	0,5	2
	13.práticas realizadas para conservar o recurso hídrico	2	1	2	5	0	4	0	0
	14.preocupação em diminuir o desperdício de água	2	3	4	1	4	4	1	4
	15.remocção de árvores	2	1	2	3	2	4	0,5	1
	16.preocupação em utilizar águas residuais	2	2	3	5	0	4	0	0
gestão compartilhada dos recursos	17.qualidade da água a montante e a jusante	3	2	4	2	3	4	0,75	3
	18.limite área das construções	3	2	4	3	2	4	0,5	2
	19.destinação do esgoto	3	3	5	5	0	4	0	0
	20.políticas para a economia no uso de água	2	3	4	3	2	4	0,5	2
	21.captação de água de chuva	2	3	4	5	0	4	0	0
	22.perdas de água por vazamento	2	2	3	1	4	4	1	3
	23.técnicas de construção	2	3	4	3	2	4	0,5	2
	24.qualidade da mata ciliar	3	2	4	3	2	4	0,5	2
	25.distancia dos centros urbanos	1	3	3	4	1	4	0,25	0,75
<b>Total conservação do recurso hídrico</b>					49				9
<b>Total comportamento ético e adequado</b>					15				7
<b>Total gestão compartilhada dos recursos</b>					35				14,75
<b>Total</b>					99				30,75
Distância padronizada - conservação do recurso hídrico								0,183673469	
Distância padronizada - comportamento ético e adequado								0,35	
Distância padronizada - gestão compartilhada dos recursos								0,327777778	
<b>Distância padronizada -total</b>								<b>0,247983871</b>	

Tabela 13 Análise considerando os pesos atribuídos pelos moradores à comunidade de Piracaia

Neste caso as distâncias padronizadas são calculadas considerando os pesos atribuídos pelos moradores. Considerou-se f*=5 e f=1.												
<b>Resultados</b>												
Distância padronizada considerando todos os critérios										0,120967742		
Distância padronizada relativa à avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água										0,020408163		
Distância padronizada relativa à avaliação do comportamento da comunidade										0,05		
Distância padronizada relativa à avaliação da gestão compartilhada										0,288888889		
Crítérios	Parâmetros	Peso	Importância	Peso	Objetividade	Peso	Final	Pontuação	f*-f(x)	f*-f'	f*-f(x)/f*-f'	P(f*-f(x)/f*-f')
<b>conservação do recurso hídrico</b>	1.construções nas APP dos rios	3	3	5	5	0	4	0	0	0	0	
	2.preservação da mata ciliar	3	2	4	5	0	4	0	0	0		
	3.preservação das nascentes	3	2	4	5	0	4	0	0	0		
	4.origem da água de irrigação	3	2	4	5	0	4	0	0	0		
	5.modificação no curso do rio	3	3	5	5	0	4	0	0	0		
	6. resíduos no curso do rio	3	3	5	5	0	4	0	0	0		
	7.presença de assoreamento	3	3	5	5	0	4	0	0	0		
	8.origem da água para consumo	3	3	5	5	0	4	0	0	0		
	9.proteção das encostas	3	2	4	5	0	4	0	0	0		
	10.pavimentação das vias de acesso	2	3	4	4	1	4	0,25	1	0		
	11.bolsão de estacionamento	2	3	4	5	0	4	0	0	0		
<b>comportamento ético e adequado</b>	12.participação coletiva na utilização do recurso hídrico	2	3	4	5	0	4	0	0	0		
	13.práticas realizadas para conservar o recurso hídrico	2	1	2	5	0	4	0	0	0		
	14.preocupação em diminuir o desperdício de água	2	3	4	4	1	4	0,25	1	0		
	15.remoção de árvores	2	1	2	5	0	4	0	0	0		
	16.preocupação em utilizar águas residuais	2	2	3	5	0	4	0	0	0		
<b>gestão compartilhada dos recursos</b>	17.qualidade da água a montante e a jusante	3	2	4	2	3	4	0,75	3	0		
	18.limite área das construções	3	2	4	3	2	4	0,5	2	0		
	19.destinação do esgoto	3	3	5	5	0	4	0	0	0		
	20.políticas para a economia no uso de água	2	3	4	3	2	4	0,5	2	0		
	21.captação de água de chuva	2	3	4	5	0	4	0	0	0		
	22.perdas de água por vazamento	2	2	3	1	4	4	1	3	0		
	23.técnicas de construção	2	3	4	5	0	4	0	0	0		
	24.qualidade da mata ciliar	3	2	4	3	2	4	0,5	2	0		
25.distancia dos centros urbanos	1	3	3	4	1	4	0,25	0,75	0			
<b>Total conservação do recurso hídrico</b>						49				1		
<b>Total comportamento ético e adequado</b>						15				1		
<b>Total gestão compartilhada dos recursos</b>						35				12,75		
<b>Total</b>						99				14,75		
<b>Distância padronizada-conservação do recurso hídrico</b>		0,020408163										
<b>Distância padronizada-comportamento ético e adequado</b>		0,05										
<b>Distância padronizada-gestão compartilhada dos recursos</b>		0,288888889										
<b>Distância padronizada-total</b>		0,120967742										



Tabela 15 Análise considerando os pesos atribuídos pelos moradores à comunidade de Porangaba

Neste caso as distâncias padronizadas são calculadas considerando os pesos atribuídos pelos moradores. Considerou-se $f^*=5$ e $f'=1$ .									
<b>Resultados</b>									
Distância padronizada considerando todos os critérios							0,329		
Distância padronizada relativa à avaliação da garantia da quantidade e qualidade da água nos corpos de água							0,2098		
Distância padronizada relativa à avaliação do comportamento da comunidade							0,463		
Distância padronizada relativa à avaliação da gestão compartilhada							0,472		
Critérios	Parâmetros	Peso Importância	Peso Objetividade	Peso Final	Pontuação	$f^*-f(x)$	$f^*-f'$	$f^*-f(x)/f^*-f'$	$P(f^*-f(x))/f^*$
conservação do recurso hídrico	1.construções nas APP dos rios	3	3	5	5	0	4	0	0
	2.preservação da mata ciliar	3	2	4	5	0	4	0	0
	3.preservação das nascentes	3	2	4	5	0	4	0	0
	4.origem da água de irrigação	3	2	4	4	1	4	0,25	1
	5.modificação no curso do rio	3	3	5	3	2	4	0,5	2,5
	6.resíduos no curso do rio	3	3	5	4	1	4	0,25	1,25
	7.presença de assoreamento	3	3	5	4	1	4	0,25	1,25
	8.origem da água para consumo	3	3	5	4	1	4	0,25	1,25
	9.proteção das encostas	3	2	4	5	0	4	0	0
	10.pavimentação das vias de acesso	2	3	4	4	1	4	0,25	1
	11.bolsão de estacionamento	2	3	4	3	2	4	0,5	2
comportamento ético e adequado	12.participação coletiva na utilização do recurso hídrico	2	3	4	3	2	4	0,5	2
	13.práticas realizadas para conservar o recurso hídrico	2	1	2	3	2	4	0,5	1
	14.preocupação em diminuir o desperdício de água	2	3	4	1	4	4	1	4
	15.remocção de árvores	2	1	2	5	0	4	0	0
	16.preocupação em utilizar águas residuais	2	2	3	2	3	4	0,75	2,25
gestão compartilhada dos recursos	17.qualidade da água a montante e a jusante	3	1	3	2	3	4	0,75	2,25
	18.limite área das construções	3	2	4	1	4	4	1	4
	19.destinação do esgoto	3	3	5	4	1	4	0,25	1,25
	20.políticas para a economia no uso de água	2	3	4	3	2	4	0,5	2
	21.captação de água de chuva	2	3	4	2	3	4	0,75	3
	22.perdas de água por vazamento	3	2	4	1	4	4	1	4
23.técnicas de construção	2	3	4	3	2	4	0,5	2	
24.qualidade da mata ciliar	3	2	4	3	2	4	0,5	2	
25.distancia dos centros urbanos	1	3	3	4	1	4	0,25	0,75	
<b>Total conservação do recurso hídrico</b>					49				9,25
<b>Total comportamento ético e adequado</b>					15				9,25
<b>Total gestão compartilhada dos recursos</b>					35				21,25
<b>Total</b>					99				39,75
<b>Distância padronizada- conservação do recurso hídrico</b>		0,209183673							
<b>Distância padronizada-comportamento ético e adequado</b>		0,4625							
<b>Distância padronizada-gestão compartilhada dos recursos</b>		0,472222222							
<b>Distância padronizada-total</b>		0,328629032							