

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA: AVALIAÇÃO DE MÉTODO
PARA ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE
PROJETOS

Glauco Antônio Bologna Garcia de Figueiredo

São Carlos
Março / 2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA: AVALIAÇÃO DE MÉTODO
PARA ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE
PROJETOS

Glauco Antônio Bologna Garcia de Figueiredo
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Urbana, com requisito para a obtenção de
título de Mestrado, sob orientação do Prof. Dr. Bernardo
Arantes do Nascimento Teixeira.

São Carlos
Março / 2000

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

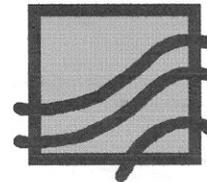
F475su

Figueiredo, Glauco Antônio Bologna Garcia de.
Sistemas urbanos de água : avaliação de método para
análise de sustentabilidade ambiental de projetos / Glauco
Antônio Bologna Garcia de Figueiredo. -- São Carlos :
UFSCar, 2000.
215 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2000.

1. Engenharia sanitária. 2. Sustentabilidade. 3.
Desenvolvimento sustentável. 4. Água – sistemas urbanos.
5. Projetos – avaliação. I. Título.

CDD: 628 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 31/03/2000
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Silveira Bernardes
(Depto de Engenharia Civil/UnB)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Reinaldo Lorandi
Presidente da CPG-EU

*" Parece um teorema
sem ter demonstração
E parece que sempre termina
Mas não tem fim"*

Dado Villa-Lobos/Renato Russo/Marcelo Bonfá - Teorema

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Daphnis,

em memória,

e à minha mãe Darcy

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, cuja luz tem iluminado os meus caminhos e os de minha família.

A minha mãe, Darcy e a minhas irmãs Gisele, Graziela e Glauciane, pelo incentivo e apoio. Ao meu pai, que apesar de não estar mais entre nós, deu muita força e incentivo para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Bernardo, pela paciência mineira, bom humor e que além de orientador, tem sido um grande amigo.

A Caixa Econômica Federal, pela iniciativa e apoio no desenvolvimento do Método do PESMU. A CAPES pelo apoio financeiro nos dois anos de concessão da bolsa de mestrado.

Aos colegas, Bruno Milanez pela ajuda na etapa final deste trabalho e Sandra pelas discussões e trocas de informações que ajudaram no desenvolvimento da pesquisa.

Aos demais professores e funcionários do DECiv, cujo companheirismo e acessoria, foram muito importantes ao longo destes anos.

Aos amigos, cuja amizade sempre se provou verdadeira

E finalmente aos amigos e colegas do PPG-EU, cuja convivência marcou profundamente minha vida, vocês são inesquecíveis.

RESUMO

O conceito de sustentabilidade tem sido proposto e utilizado como referência para o planejamento das atividades humanas e a democratização de decisões na sociedade. Entretanto, nem sempre é abordado de forma objetiva, e sua característica subjetiva permite que, muitas vezes, seja usado apenas como instrumento de propaganda. Visando contribuir para alterar esse quadro, vêm sendo desenvolvidos, pelo Grupo de Planejamento Estratégico e Sustentável do Meio Urbano (PESMU) da UFSCar, estudos para a obtenção de métodos que incorporem a questão da sustentabilidade na análise e avaliação de projetos no contexto urbano.

No presente trabalho, é feita a avaliação de um Método desenvolvido para análise da sustentabilidade ambiental em projetos de sistemas urbanos de água (abastecimento, esgotamento, drenagem). Baseando-se em variáveis de controle previamente definidas, o Método faz uso de fichas de caracterização, fluxogramas e matriz de interação utilizadas em conjunto, apontando tendências favoráveis, desfavoráveis ou neutras de sustentabilidade ambiental. Foram feitas as aplicações práticas do Método em diferentes tipos de projetos e, a partir de uma análise dos resultados, foram propostos ajustes no mesmo. A utilização do Método mostrou-se viável, mesmo com algumas limitações detectadas. Entretanto, podem vir a ser incorporadas novas informações e ferramentas mais complexas, ampliando suas possibilidades de aplicação, principalmente para o planejamento de sistemas e o acompanhamento de seu desempenho, além de poder ser aplicado nas demais dimensões da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável, Saneamento Básico, Sistemas Urbanos de Água, Avaliação de Projetos.

ABSTRACT

The sustainable development concept has been used as a basic framework of urban planning processes. Due to its subjective components there were cases where the sustainability principles were used as marketing instruments, instead of an objective planning tool. As an attempt to reverse this situation the group for Sustainable and Strategic Urban Planning, from the São Carlos Federal University, studies way to apply sustainable development principles in the assessment and analysis of urban projects.

In this thesis it was created a Method, which can be used in the evaluation of components of urban water system projects (water supply, wastewater collection and treatment, urban drainage, etc.). The Method is based on defined parameters and uses descriptive lists, flowcharts and interaction matrices to indicate sustainability tendencies (positive, negative or neutral). This model was applied in five different projects, which indicated some adjustments. The model was considered simple and effective. Another advantage of the Method is its modular character: new information and tools can be added, in order to obtain more complex analysis. Besides that, it can be used to evaluate the planning or performance of other sustainable systems.

KEY WORDS: Sustainability, Sustainable Development, Basic Sanitation, Urban Water System, Evaluation of Projects.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
SUMÁRIO.....	iii
LISTA DE QUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
APRESENTAÇÃO.....	01
1. INTRODUÇÃO.....	04
1.1. OBJETIVOS.....	06
1.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	07
1.2.1. ETAPAS DA PESQUISA.....	07
2. BASE CONCEITUAL.....	10
2.1. SUSTENTABILIDADE.....	10
2.1.1. A LINHA TEMPORAL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	12
2.1.2. REFLEXÕES, PRINCÍPIOS E IMPLICAÇÕES.....	23
2.1.3. A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E O SEU CONTEXTO NA GESTÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO.....	29
2.2. A ÁGUA E O MEIO URBANO.....	39
2.2.1. O CICLO DA ÁGUA NO MEIO URBANO.....	40
2.2.2. OS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA.....	45
2.2.2.1. O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA-SAA.....	45
2.2.2.2. O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO-SES.....	48
2.2.2.3. O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA-SDU.....	55
2.3. ANÁLISES E AVALIAÇÕES DE PROJETOS.....	62
2.3.1. A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SEUS INSTRUMENTOS COMO REFERÊNCIA PARA A ANÁLISE DE PROJETOS.....	64
2.3.2. INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	73
3. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE PROJETOS.....	78
3.1. ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO.....	79
3.2. FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS FATORES.....	83
3.2.1. FLUXOGRAMAS DE DECISÃO.....	84

3.2.1.1. CAPACIDADE DE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS.....	85
3.2.1.2. CLIMA.....	89
3.2.1.3. ENERGIA.....	90
3.2.1.4. RESÍDUOS.....	91
3.2.1.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	92
3.2.1.6. ECOSSISTEMA DE ESPECIAL INTERESSE.....	93
3.2.1.7. BENEFÍCIOS AMBIENTAIS.....	93
3.2.1.8. RISCOS AMBIENTAIS.....	94
3.3. MATRIZ DE ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	94
3.4. QUADRO RESUMO.....	95
3.5. DADOS NECESSÁRIOS PARA A ANÁLISE DOS PROJETOS.....	95
3.6. PROCEDIMENTO DE ANÁLISE.....	97
4. APLICAÇÃO DO MÉTODO A PROJETOS DE SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA.....	98
4.1. PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE REDE DE ÁGUA E ESGOTO DE LOTEAMENTO	
RESIDENCIAL – MUNICÍPIO DE ITU/SP.....	98
4.1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.....	98
4.1.2. LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	99
4.1.3. DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	100
4.1.4. ANÁLISES DO PROJETO.....	101
4.1.4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE.....	101
4.1.4.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA DISTRIBUIÇÃO.....	102
4.1.4.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E	
TRANSPORTE.....	103
4.1.5. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO.....	107
4.2. PROJETO DE SISTEMA DE MICRO-DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO	
LOTEAMENTO RESIDENCIAL PARQUE DOS TIMBURIS– MUNICÍPIO DE SÃO	
CARLOS/SP.....	108
4.2.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.....	108
4.2.2. LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	108
4.2.3. DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	110
4.2.4. ANÁLISES DO PROJETO.....	111
4.2.4.1. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MICRO-DRENAGEM.....	111
4.2.5. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO.....	115
4.3. PROJETO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA –	
MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO/SP.....	116
4.3.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.....	116
4.3.2. LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	117
4.3.3. DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	118

4.3.4. ANÁLISES DO PROJETO.....	120
4.3.4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA CAPTAÇÃO.....	121
4.3.4.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE.....	122
4.3.4.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA DISTRIBUIÇÃO.....	123
4.3.4.4. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E TRANSPORTE.....	124
4.3.4.5. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MICRO-DRENAGEM.....	126
4.3.4.6. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MACRO-DRENAGEM.....	127
4.3.5. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO.....	131
4.4. PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – MUNICÍPIO DE TAQUARITUBA/SP.....	132
4.4.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.....	132
4.4.2. LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	133
4.4.3. DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	135
4.4.4. ANÁLISES DO PROJETO.....	136
4.4.4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA CAPTAÇÃO.....	136
4.4.4.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE.....	138
4.4.4.3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRATAMENTO.....	139
4.4.5. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO.....	143
4.5. PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE ELIAS FAUSTO/SP.....	144
4.5.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO.....	144
4.5.2. LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	144
4.5.3. DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	146
4.5.4. ANÁLISES DO PROJETO.....	147
4.5.4.1. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E TRANSPORTE.....	147
4.5.4.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA TRATAMENTO.....	148
4.5.5. AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO.....	152
5. AVALIAÇÃO DO MÉTODO E DE SUA APLICAÇÃO.....	153
5.1. AVALIAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PARA A ANÁLISE DOS PROJETOS.....	153
5.2. AVALIAÇÃO DOS INSTRUMENTOS QUE COMPÕEM O MÉTODO.....	160
5.2.1. FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO.....	162
5.2.2. FLUXOGRAMAS.....	163
5.2.3. MATRIZ.....	166
5.3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	167
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	169
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E REFERENCIADA.....	172
ANEXO : FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO, MATRIZ E QUADRO RESUMO.....	177

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1: MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO DEFLÚVIO SUPERFICIAL DIRETO URBANO. FONTE: CETESB (1986).....	59
QUADRO 2.2: MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES. FONTE: CETESB (1986).....	61
QUADRO 2.3: ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO AMBIENTE NO ESTADO DO PARANÁ. FONTE: SUREHMA (1992).....	67
QUADRO 4.1: CHECAGEM DE INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	99
QUADRO 4.2: CHECAGEM DE INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	109
QUADRO 4.3: CHECAGEM DE INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	117
QUADRO 4.4: CHECAGEM DE INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	134
QUADRO 4.5: CHECAGEM DE INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	145
QUADRO 5.1: PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES FEITAS EM RELAÇÃO AOS INSTRUMENTOS DO MÉTODO.....	160
QUADRO 5.2: PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES FEITAS EM RELAÇÃO AOS INSTRUMENTOS DO MÉTODO. (CONTINUAÇÃO).....	161
QUADRO RESUMO 4.1: PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE REDE DE ÁGUA E ESGOTO DE LOTEAMENTO – ITU/SP.....	105
QUADRO RESUMO 4.2: PROJETO DE SISTEMA DE MICRO-DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DE LOTEAMENTO RESIDENCIAL–MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP.....	113
QUADRO RESUMO 4.3: PROJETO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA – MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO/SP....	129
QUADRO RESUMO 4.4: PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – MUNICÍPIO DE TAQUARITUBA/SP.....	141
QUADRO RESUMO 4.5: PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE ELIAS FAUSTO/SP.....	150

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: A RELAÇÃO ENTRE A CADEIA DE SISTEMAS DO CICLO DA ÁGUA. FONTE: BUTLER & PARKINSON (1997), ADAPTADO.....	42
FIGURA 2.2: ESQUEMA DO CICLO DA ÁGUA NO MEIO URBANO.....	44
FIGURA 2.3: TIPOS DE SISTEMAS DE ESGOTO SANITÁRIO. FONTE: BARROS <i>ET ALII</i> (1995), ADAPTADO.....	50
FIGURA 4.1: MATRIZ DE ANÁLISE DO PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE REDE DE ÁGUA E ESGOTO DE LOTEAMENTO RESIDENCIAL – MUNICÍPIO DE ITU/SP.....	106
FIGURA 4.2: MATRIZ DE ANÁLISE DO PROJETO DE SISTEMA DE MICRO-DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO LOTEAMENTO PARQUE DOS TIMBURIS– MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP.....	114
FIGURA 4.3: MATRIZ DE ANÁLISE DO PROJETO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA – MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO/SP	130
FIGURA 4.4: MATRIZ DE ANÁLISE DO PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – MUNICÍPIO DE TAQUARITUBA/SP.....	142
FIGURA 4.5: MATRIZ DE ANÁLISE DO PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE ELIAS FAUSTO/SP.....	151

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui-se no texto da dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. Através deste são apresentadas as etapas seguidas no desenvolvimento da pesquisa, que se intitula “Sistemas Urbanos de Água: Avaliação de Método para Análise de Sustentabilidade Ambiental de Projetos”.

De uma maneira geral, a pesquisa consiste na avaliação de um método desenvolvido no âmbito do grupo de Planejamento Estratégico e Sustentável do Meio Urbano – PESMU da UFSCar, para análise da sustentabilidade ambiental de projetos de sistemas urbanos de água (abastecimento, esgotamento, drenagem). Baseando-se em variáveis de controle previamente definidas, o método faz uso de fichas de caracterização, fluxogramas e matriz de interação, apontando tendências favoráveis, desfavoráveis ou neutras de sustentabilidade ambiental. Para avaliar sua viabilidade e eficácia, foram realizadas aplicações em projetos específicos, de modo a fornecer subsídios para sua adequação e aprimoramento. Procura-se, com isso, tornar objetivas as informações sobre sustentabilidade, para auxiliar e aprimorar a tomada de decisões no planejamento, projeto e implantação dos sistemas urbanos de água.

O presente texto encontra-se dividido em oito partes que estruturam os seus capítulos. A primeira parte consiste na Introdução do trabalho, onde são apresentadas as idéias que serviram de base para a pesquisa, os objetivos da dissertação e as etapas utilizadas para o seu desenvolvimento.

Os conceitos e idéias desenvolvidas que auxiliaram na estruturação do trabalho, são apresentados na segunda parte, denominada Base Conceitual. Os levantamentos, discussões e colocações presentes, encontram-se divididas em três tópicos: a Sustentabilidade, os Sistemas Urbanos de Água e as Análises e Avaliações de Projetos.

No primeiro tópico, onde é feita a abordagem da sustentabilidade, procura-se fazer uma breve apresentação das origens e da história da consolidação do termo, os conceitos desenvolvidos por alguns autores e uma reflexão das implicações da sustentabilidade no meio urbano. Além disso, são mostradas algumas idéias e parâmetros que fazem a ponte entre as questões do meio ambiente e os sistemas de saneamento básico com a sustentabilidade.

Para o segundo tópico, através do estudo de alguns autores, procura-se apresentar e compreender o modo como o meio urbano interfere no ciclo da água e de que forma os sistemas de saneamento interagem e procuram compensar tal interferência. Nesse aspecto, é feita uma abordagem sistêmica e geral, levantando as principais características, peculiaridades e problemas, que vão ao encontro dos conceitos da sustentabilidade levantados no tópico anterior.

No terceiro tópico, o enfoque é dado para os principais tipos, conceitos e observações referentes aos métodos de análise e avaliação de projetos, principalmente no contexto das Avaliações de Impacto Ambiental. Nesse contexto, procura-se abordar questões referentes às características que uma sistemática de avaliação deve contemplar, para que seja atingida uma pré-determinada condição de sustentabilidade. Além disso, são levantados alguns pontos sobre instrumentos para avaliação de projetos urbanos, finalizando, assim, a base conceitual.

O terceiro capítulo, intitulado Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Projetos, entra na pesquisa propriamente dita. Neste tópico é feita a descrição geral do Método, com os seus instrumentos, os dados necessários, a forma e a sistemática de avaliação que deve ser seguida para a sua utilização.

Após a apresentação do Método, na quarta parte, intitulada Aplicação do Método a Projetos de Sistemas Urbanos de Água, foram realizadas e sistematizadas as avaliações de projetos de sistemas urbanos de água. Neste item são apresentadas as principais informações destes projetos, a descrição detalhada da avaliação de cada subsistema e as análises resumidas de cada um deles.

Com a aplicação do Método, os dados gerados permitiram fazer algumas observações e sugestões de modificações. Desta forma, na quinta parte, denominada Avaliação do Método e de sua Aplicação, são apontados e comentados os problemas verificados com relação aos dados necessários para as análises e com os instrumentos que compõem o Método (fichas de caracterização, fluxogramas e matriz), sendo que para cada caso foram sugeridas as modificações apropriadas. Além disso, finalizando o tópico, são descritas observações gerais com relação ao Método e ao seu potencial de uso como um instrumento de avaliação da sustentabilidade.

Na sexta parte são feitas as considerações e recomendações finais e o encerramento do trabalho. Na sétima parte é apresentada a Bibliografia Consultada e Referenciada, enquanto que na oitava parte, composta pelo Anexo, são apresentadas as Fichas de Caracterização, os Fluxogramas e a Matriz de Análise já incorporando as modificações e observações descritas não capítulo 5, finalizando o trabalho.

1. INTRODUÇÃO

No mundo todo, o crescimento das cidades tem se mostrado como um fenômeno problemático e um difícil exercício de planejamento urbano. Isso por que cada vez mais recursos são necessários para satisfazer as necessidades de uma população que se concentra num meio complexo e cheio de conflitos.

As necessidades da população se traduzem em recursos e benfeitorias que precisam ser administrados e planejados, de modo a conciliar os diversos interesses políticos, sociais e ambientais. Tais interesses se caracterizam das mais diversas formas, como por exemplo a necessidade de mais áreas para a implantação de assentamentos, fontes aproveitáveis de água para o abastecimento da população, infra-estruturas de água, esgoto e drenagem, áreas para a disposição dos resíduos sólidos, redes de transporte público, etc. Entretanto estes interesses nem sempre são comuns à todo o conjunto da população urbana o que acaba por levar a ocorrência de conflitos e jogos de interesses. Apesar disso, alguns fatores mostram-se comuns, principalmente aqueles que apresentam um vínculo direto com a busca por um nível elevado de qualidade de vida e a sua manutenção nas cidades do mundo todo. Essa qualidade de vida se reflete no nível dos serviços oferecidos, de modo que ocorra um atendimento adequado das demandas, tanto em quantidade, como em qualidade. Entre os serviços públicos de maior importância nas cidades, aqueles que acabam tendo maior peso, em termos de importância, são os vinculados aos sistemas de infra-estrutura, como por exemplo, água e esgoto, energia elétrica, transportes, urbanização, etc.

Seja qual for o sistema, uma das metas a ser atingida é a eficiência, de modo a se garantir a quantidade e a qualidade dos serviços oferecidos. Entretanto, nos tempos atuais, somente este tipo de preocupação não tem satisfeito os interesses da coletividade, surgindo outros questionamentos que refletem os seus mais diversos segmentos. Assim, surgem discussões a respeito das interferências causadas pelas infra-estruturas e seus reflexos no

meio ambiente e no próprio homem, de modo a que os sistemas procurem estabelecer critérios e técnicas que mantenham a capacidade de suporte do meio natural.

Neste caso, a capacidade de suporte se reflete na forma como os recursos são explorados e transformados, com medidas que procurem preservá-los para as gerações futuras, respeitando os ciclos naturais e os seus diversos processos.

No caso de sistemas de saneamento este tipo de preocupação poderia estar inserido nas etapas de planejamento e implantação dos projetos, principalmente por que nos últimos tempos a água, enquanto recurso natural, vem se tornando cada vez mais escasso, tanto em termos de qualidade, como em quantidade disponível. Tal fato tem várias causas, entre elas, o aumento da demanda, com o crescimento das cidades, o uso irracional que acaba levando à ocorrência de desperdícios e a poluição dos recursos hídricos próximos as áreas urbanas.

Dentro deste panorama, nos últimos anos, um conceito tem sido proposto e utilizado como referência para o planejamento das atividades humanas, a exploração e a conservação do meio ambiente e a democratização de decisões na sociedade. A este conceito, denominado sustentabilidade, tem sido incorporadas várias das preocupações descritas anteriormente. Para os sistemas de saneamento, a incorporação da sustentabilidade, principalmente com um enfoque ambiental, ajudaria no planejamento e na elaboração de projetos que tivessem como meta conciliar os impactos gerados pela sua implantação e operação, com a capacidade de suporte do meio ambiente.

Neste caso, a conciliação poderia ser obtida com o auxílio de parâmetros que permitissem uma avaliação do grau de sustentabilidade desses sistemas, com a utilização de instrumentos (critérios estruturais e métodos) apropriados e que possam ser utilizados de maneira objetiva e clara.

Apesar do conceito sustentabilidade ser utilizado como uma referência para o planejamento, nem sempre é abordado de maneira objetiva, e sua característica subjetiva permite que, muitas vezes, seja usado apenas como instrumento de propaganda. Isso por que tem se verificado uma dificuldade na aplicação dos conceitos associados ao termo, tanto por barreiras criadas pelos interesses econômicos em detrimento do capital, influenciando até mesmo os aspectos culturais de nossa sociedade, como pela falta de critérios práticos e funcionais que permitam a sua incorporação de maneira mais consistente.

Desta forma, devem ser estimuladas iniciativas que façam o uso claro e objetivo de critérios e parâmetros de sustentabilidade, que permitam a avaliação das diversas iniciativas voltadas para a questão do saneamento básico, em especial relativos à gestão da água no meio urbano. Esperando-se com isto trazer o desenvolvimento sustentável de um plano abstrato e subjetivo para um nível mais efetivo e realista.

1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa se baseia na hipótese de que a sustentabilidade ambiental de projetos de empreendimentos de sistemas urbanos de água (abastecimento, esgotamento e drenagem urbana) pode ser avaliada através da utilização de um Método que faça uso de instrumentos claros, objetivos e de fácil utilização.

Assim, a partir dessas considerações, o objetivo da pesquisa foi o de avaliar a aplicabilidade e a consistência de um Método para a análise e avaliação de projetos relacionados com o ciclo da água no meio urbano. Para tanto, será utilizado o Método de Avaliação desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Planejamento Estratégico e Sustentável do Meio Urbano – PESMU (SILVA et

alli, 1999). As aplicações serão feitas em projetos específicos de sistemas urbanos de água. A partir das aplicações pretende-se gerar informações que conduzam a recomendações e adaptações necessárias ao aprimoramento do Método.

1.2 DESENVOLVIMENTO DO PESQUISA

A estruturação da pesquisa dependeu de três momentos básicos. No primeiro, ocorreu a adaptação do Método de Avaliação para os propósitos do trabalho, suprimindo as colunas de análise referentes ao urbanismo, enfocando a avaliação apenas nos projetos de sistemas urbanos de água e a preparação de uma descrição resumida de suas propostas, instrumentos e fases de aplicação, sem contudo afetar a sua utilização. O segundo momento consistiu na seleção de projetos de sistemas urbanos de água, cujas informações permitissem a sua análise e que representassem as mais diversas situações, desde projetos abrangendo apenas um sistema (abastecimento de água), até projetos compostos por três (água, esgoto e drenagem). E finalmente, no terceiro momento ocorreu a análise desses projetos utilizando o Método, gerando subsídios para a sua avaliação, derivando deste ponto as outras etapas da pesquisa e que serão descritas a seguir.

1.2.1 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa é composta por cinco etapas básicas divididas em duas fases, a primeira de caráter teórico, englobando duas etapas e a segunda de caráter prático, englobando as outras três etapas. As etapas da primeira fase foram as seguintes:

- **Pesquisa bibliográfica:** onde ocorreu uma procura por informações coerentes com as propostas da pesquisa, sendo elas basicamente, dados sobre desenvolvimento sustentável e a sua variável aplicável, a sustentabilidade, enfocando os sistemas urbanos de água (diretrizes e

princípios), métodos, sistemáticas e instrumentos empregados para a avaliação de projetos e empreendimentos, com enfoque na questão ambiental e informações sobre as técnicas empregadas em sistemas de saneamento, sobretudo aqueles voltados para a água no meio urbano, procurando desta forma justificar as idéias que deram base à pesquisa. Fontes de busca utilizadas: dados da literatura, pesquisas na Internet e contato com grupos de pesquisa;

- **Adaptação e descrição do Método:** nesta etapa, foram feitos os ajustes necessários no Método para a sua utilização em projetos urbanos de água, principalmente com a adaptação da Matriz de Análise, onde as colunas referentes o urbanismo foram suprimidas. Em seguida, foi realizada uma descrição resumida do Método, enfocando os pressupostos e os fatores chaves para a sua composição, os dados necessários para as análises, os instrumentos que o compõe e a forma de utilização para a aplicação.

As etapas que compõem a segunda fase são as seguintes:

- **Obtenção e escolha dos projetos:** os projetos obtidos para a aplicação do Método, vieram de diversas fontes, sendo que sua escolha não dependeu de um critério mais elaborado, mas que estes projetos apresentassem, pelo menos os seguintes dados: memoriais descritivos e técnicos, documentação complementar e mapas ou cartas temáticas que indicassem as condições dos empreendimentos nas áreas de ocupação, entre outras informações. A princípio não foi estabelecido um número exato de projetos a serem escolhidos para as análises, contudo foi estabelecido que eles deveriam representar condições variadas no que se refere aos sistemas englobados nos empreendimentos e com relação à qualidade dos dados obtidos. Dessa forma os cinco projetos obtidos mostraram-se suficientes;

- **Aplicação do Método:** para a aplicação do Método as informações contidas nos projetos tiveram que ser preparadas. Assim, primeiro foram identificados os dados obtidos e em seguida foi realizada uma descrição resumida dos projetos, identificando os seus pressupostos, população beneficiada e condições locais. Logo após esta preparação dos dados, o Método foi aplicado para cada sistema componente, onde para cada resultado de análise foram apresentadas as respectivas justificativas. Concluída a análise, os resultados foram inseridos nos quadros resumo e foi apresentada uma descrição geral das avaliações obtidas;
- **Análise dos resultados:** diferentemente da etapa anterior, onde o foco foi voltado para os projetos, com a apresentação dos resultados obtidos em relação a tendência de sustentabilidade, nesta momento a atenção se volta para o próprio Método. Dessa forma, é analisado o seu comportamento durante a sua aplicação, identificando as dificuldades e os problemas ocorridos e descrevendo as correções necessárias para o seu aprimoramento, finalizando a pesquisa.

2. BASE CONCEITUAL

2.1 SUSTENTABILIDADE

" O progresso é medido pela velocidade com que se produz; chega-se mesmo a imaginar que quanto mais rapidamente se transforma a natureza, tanto mais avança o progresso. Em outras palavras: quanto mais rapidamente se transforma a natureza, tanto mais se economiza tempo. Mas este conceito de tempo tecnológico ou econômico é exatamente o oposto do tempo entrópico. A realidade natural obedece a leis diferentes das econômicas e reconhece o tempo entrópico: quanto mais rapidamente se consomem os recursos naturais e a energia disponível no mundo, tanto menor é o tempo que permanece a disposição de nossa sobrevivência. O tempo tecnológico é inversamente proporcional ao tempo entrópico; o tempo econômico é inversamente proporcional ao tempo biológico.

Os limites dos recursos, os limites da resistência do nosso planeta e de sua atmosfera indicam de maneira clara que quanto mais aceleramos o fluxo de energia e matéria através do sistema-Terra, tanto mais encurtamos o tempo real a disposição de nossa espécie. Um organismo que consome seus meios de subsistência mais rápido do que o ambiente os produz não tem possibilidade de sobreviver, escolheu um galho morto na árvore da evolução, escolheu a mesma rota que já foi percorrida pelos dinossauros" (TIEZZI (1988) in FIGUEIREDO (1994)).

As idéias por trás do termo desenvolvimento sustentável e suas derivações, tais como a sustentabilidade, aparecem num momento em que a segmentos da população mundial começam a levantar preocupações com relação ao futuro da espécie humana no planeta. Assim, recentemente, questões relativas ao consumo de recursos naturais, degradação ambiental, qualidade de vida urbana, equidade social e tantos outros tornam-se cada vez mais comuns no dia a dia das pessoas. No cerne destas questões, dois termos são colocados lado a lado: o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, cujos objetivos, segundo CLAVELLE (1997), eram considerados mutuamente exclusivos, até então.

Isso porque meio ambiente e desenvolvimento, englobando crescimento econômico, passam a ser encarados como itens complementares. Surge uma conscientização, mesmo que pequena e concentrada em alguns países, de que o planeta oferece limites de exploração de seus recursos e que estes limites devem ser considerados em favor da manutenção da própria humanidade no

futuro, principalmente a partir da década de 70 do século XX (ALVARENGA (1997)).

Essa preocupação faz com que diversos debates ocorram ao redor do mundo, principalmente através de eventos e encontros internacionais, porém, é com a publicação de "Nosso Futuro Comum" (*Our Common Future*), também conhecido como Relatório Brundtland, pela WCED (1987), que ocorre um dos grandes marcos para a conceituação, consolidação e popularização do termo "Desenvolvimento Sustentável". O trabalho que culminou na elaboração deste relatório começou em 1983, quando foi criada por deliberação da Assembleia Geral da ONU, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), com a missão de elaborar uma "*agenda global para mudança*". O resultado do trabalho desta Comissão foi publicado em 1987, trazendo pela primeira vez de uma forma sistematizada, uma conceituação de desenvolvimento sustentável, cuja forma mais resumida é:

"O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades." (WCED (1987))

Os conceitos acumulados pelo Relatório Brundtland, tem origem em diversos encontros e trabalhos realizados, principalmente, durante a década de 70 do século XX, porém a partir dos esforços realizados na sua elaboração é que começam a se efetivar ações para uma aplicação mais efetiva do Desenvolvimento Sustentável. Após a realização deste evento, a ONU convoca em 1989 uma nova conferência que viria a ser realizada no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como "Rio-92", onde ocorre a incorporação definitiva do tema desenvolvimento ao meio ambiente. Até então, foi a maior reunião de nações, em que foram produzidos vários documentos, entre eles a Agenda 21 (CNUMAD, 1996), onde o conceito de desenvolvimento sustentável é amplamente adotado e no qual são propostos programas específicos para atingi-lo (com definição de objetivos, metas, atividades e

meios de implementação, inclusive estimativa de custos). São de especial interesse os capítulos seguintes da Agenda 21 para o presente trabalho:

- “
- *Capítulo 7: Promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos;*
 - *Capítulo 18: Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos;*
 - *Capítulo 21: Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos.”(CNUMAD, 1996)*

Os esforços advindos desta conferência, foram essenciais para a consolidação de conceitos e idéias que se difundiram no mundo todo, mas que em seguida, serviram também como referência em 1996, onde em Istambul, na Turquia, ocorreu a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (Habitat II) , precedida pela Conferência de Berlim sobre Cidades Sustentáveis. Em ambas, as questões urbana e ambiental, muitas vezes tratadas separadamente, foram associadas, tendo como objetivo a obtenção de assentamentos humanos sustentáveis.

De acordo com a Declaração de Berlim (CBCS, 1998), a ameaça de esgotamento das reservas de água, a acumulação de resíduos superando a capacidade de tratamento, o mau uso e a contaminação do solo, a qualidade do ar atingindo níveis cada vez mais críticos, o aumento da demanda por transportes, a diminuição das áreas verdes e a falta de moradias para todos, são os problemas mais sérios a serem enfrentados pela sociedade mundial.

2.1.1 A LINHA TEMPORAL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

De uma maneira resumida, os eventos, as conferências e os principais fatos que promoveram a consolidação do termo “Desenvolvimento Sustentável”, serão apresentados neste item, juntamente com os seus pressupostos. A apresentação desses fatos é importante porque estabelecem uma série de discussões sobre os diversos assuntos de interesse no atual panorama global e ilustram os questionamentos que levaram a realização das

conferências mencionadas anteriormente. Assim segue a “Linha Temporal do Desenvolvimento Sustentável” proposta por WILLARD e ROY (1999) e complementada com as informações de TEIXEIRA *et alli* (1998):

- **1962–Rachel Carson publica o livro “Primavera Silenciosa” (*Silent Spring*):** coloca juntos, numa pesquisa, questões sobre toxicologia, ecologia e epidemiologia para sugerir que o uso de pesticidas agrícolas poderiam alcançar níveis catastróficos. Isso levaria a danos às espécies animais e à saúde humana, desfazendo a hipótese de que o ambiente possuía uma capacidade infinita de absorção de poluentes;
- **1963–Programa Biológico Internacional (*International Biological Programme*) iniciado pelas nações ao redor do mundo:** estudo de dez anos que analisou os danos ambientais e os mecanismos biológicos e ecológicos através dos quais eles ocorrem. Produzindo uma grande quantidade de dados, formou os alicerces para uma ciência baseada no ambientalismo;
- **1967-Criação do Fundo de Defesa Ambiental (*Environmental Defense Fund*):** procurar soluções legais para os danos ambientais. Os fundadores do EDF foram à corte judicial para parar as ações da Comissão de Controle de Mosquitos do Condado de Suffolk-EUA de pulverização de DDT nos pântanos de Long Island;
- **1968-Paul Ehrlich publica o livro “Bomba Populacional” (*Population Bomb*):** faz a ligação entre população humana, exploração de recursos e o ambiente;
- **1968-O Clube de Roma:** liderado pelo industrial italiano Aurelio Peccei e o cientista escocês Alexander King, foi formado por 36 economistas e cientistas europeus. Seu objetivo foi a busca de uma compreensão holística e soluções para a “problemática ambiental” mundial. Concedeu um estudo

de proporções globais para modelar e analisar as interações dinâmicas entre produção industrial, população, dano ambiental, consumo de alimentos e o uso de recursos naturais;

- **1968-Conferência Intergovernamental para o Uso Racional e a Conservação da Biosfera (UNESCO):** estabeleceu um fórum para as primeiras discussões do conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentável;
- **1968-A Assembléia Geral da ONU autoriza a realização da Conferência de Ambiente Humano:** a ser realizada em 1972;
- **1969-Fundação da “Amigos da Terra” (*Friends of Earth*):** organização de advocacia sem lucros dedicada a proteger o planeta da degradação ambiental; preservar a diversidade biológica, cultural e étnica; e capacitar os cidadãos a ter voz ativa nas decisões que afetam a qualidade de seu ambiente e de suas vidas;
- **1969-Os Estados Unidos da América aprovam o Decreto da Política Nacional de Meio Ambiente:** criando a primeira agência nacional para proteção ambiental – a EPA (*Environmental Protection Agency*);
- **1970-Formação do “Conselho de Defesa dos Recursos Naturais” (*Natural Resources Defense Council*):** um grupo formado por cientistas e juristas esforçados no detalhamento da política ambiental dos Estados Unidos da América;
- **1970-Ocorre o Primeiro “Dia da Terra” (*Earth Day*):** uma conscientização nacional em meio ambiente. Estima-se que vinte milhões de pessoas participaram de manifestações pacíficas nos Estados Unidos da América, abrangendo todo o país;

-
- **1971-O *Greenpeace* inicia suas atividades no Canadá:** lançando uma agenda agressiva para interromper danos ao meio ambiente, através de protestos civis e interferências sem violência;
 - **1971-É estabelecido o “Instituto Internacional para Meio Ambiente e Desenvolvimento” (*International Institute for Environment and Development-IIED*):** na Grã-Bretanha, com um mandato que procura meios para fazer progresso econômico sem destruir a base dos recursos ambientais;
 - **1971-É preparado o “Relatório de Founex” (*Founex Report*):** por um conselho de especialistas que se reuniu em Founex, Suíça, em junho de 1971. Chama a atenção para a integração do meio ambiente e estratégias de desenvolvimento. O relatório coloca que, embora tenha aumentado o interesse sobre meio ambiente com relação à produção e aos padrões de consumo do mundo industrializado, muitos dos problemas ambientais no planeta são resultados do subdesenvolvimento e da pobreza. Este reconhecimento foi um fator que persuadiu muitos países em desenvolvimento a atender à Conferência de Estocolmo em 1972;
 - **1972-Rene Dubos e Barbara Ward escrevem “Apenas uma Terra” (*Only One Earth*):** o livro ressoa um alerta de urgência sobre o impacto da atividade humana na biosfera, mas também expressa otimismo ao colocar que, o interesse compartilhado pelo futuro do planeta poderia levar a humanidade a criar um futuro comum;
 - **1972-Ocorre em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas em Meio Ambiente Humano:** sob a liderança de Maurice Strong. A conferência estava enraizada na poluição regional e nos problemas da chuva ácida do norte da Europa. Sua eco-agenda tinha oposição do Grupo dos 77 e do bloco oriental. Contudo, ela forneceu o primeiro reconhecimento internacional das questões ambientais. O conceito de desenvolvimento sustentável é discutido

arduamente para apresentar uma definição satisfatória para o dilema meio ambiente contra desenvolvimento. A conferência leva à formação de numerosas agências nacionais de proteção ambiental e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou UNEP);

- **1972-O “Partido dos Valores” (*Values Party*) foi formado na Nova Zelândia:** como o primeiro partido nacional verde do mundo;
- **1972-É fundado o “Centro de Ligação Internacional do Meio Ambiente” (*Environmental Liaison Centre International*):** para integrar as NGO (*Non Governmental Organizations*) dentro do UNEP (*United Nations Environmental Programme*);
- **1972-É estabelecido o “Meio Ambiente e Ações de Desenvolvimento no Terceiro Mundo” (*ENDA-Environment and Development Action in the Third World*):** como um programa ambiental de treinamento conjunto entre UNEP, IDEP (*Institute for Economic Development and Planning*) e SIDA (*Swedish International Development Agency*) para promover cursos e treinamento sobre meio ambiente e desenvolvimento na África. Em 1978 ele se remodela, tornando-se uma organização voluntária internacional sem fins lucrativos, interessada no fortalecimento do poder das populações locais, eliminação da pobreza, pesquisa e treinamento para o desenvolvimento sustentável em todos os níveis, atraindo e comprometendo aqueles que decidem, a definir e implementar um desenvolvimento que beneficie a maioria das pessoas;
- **1972-O Clube de Roma publica “Os Limites do Crescimento” (*Limits to Growth*):** o relatório é extremamente controverso porque prediz graves conseqüências, se a velocidade do crescimento não diminuir. Os países do hemisfério norte criticam o relatório por não considerar soluções tecnológicas, enquanto os países do hemisfério sul ficam exasperados porque defende o abandono do desenvolvimento econômico. O debate

resultante ressalta a falta de consciência das interconexões entre os problemas globais;

- **1972-Debate da OPEP sobre os Limites do Crescimento a Partir da Crise dos Combustíveis;**
- **1973-É lançado o “Programa Europeu de Ação Ambiental” (*European Environmental Action Programme*):** foi a primeira tentativa para sintetizar uma política ambiental única para a Comunidade Econômica Européia;
- **1973-Os Estados Unidos aprovam o “Decreto das Espécies em Perigo” (*Endangered Species Act*):** para a melhor proteção, para o benefício de todos os cidadãos, da herança da nação em espécies aquáticas, selvagens e vegetais;
- **1973-O “Movimento de Chipko” (*Chipko Movement*) nasce na Índia:** como resposta ao desflorestamento e a degradação ambiental. As ações das mulheres da comunidade influenciaram tanto a silvicultura, quanto a participação feminina nas questões ambientais;
- **1974-Rowland e Molina publicam um artigo sobre CFCs na *Nature Magazine*:** eles calcularam que se o uso de gases CFCs continuassem, numa taxa inalterada, a camada de ozônio poderia ser reduzida em uma alta porcentagem depois de algumas décadas;
- **1974-A Fundação Bariloche publica “Os Limites para a Pobreza” (*Limits to Poverty*):** é a resposta dos países do hemisfério sul para “Os Limites do Crescimento”, clamando por crescimento e equidade para o Terceiro Mundo;

-
- **1975-O Instituto Worldwatch é estabelecido:** nos Estados Unidos da América para elevar a conscientização pública das ameaças ambientais globais até um ponto em que fortaleçam efetivas responsabilidades políticas;
 - **1975-"Convenção em Comércio Internacional sobre Espécies Ameaçadas da Flora e da Fauna" (*Convention on International Trade in Endangered Species of Flora and Fauna-CITES*):** toma efeito;
 - **1977-Inicia-se no Kenya o "Movimento do Cinturão Verde" (*Greenbelt Movement*):** que se baseava no plantio de árvores pela comunidade para prevenir a desertificação;
 - **1977-Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação;**
 - **Final dos Anos 70-Ocorrem catástrofes ambientais que chamam a atenção pública:** como exemplo, o derramamento de óleo em Amoco Cadiz e o vazamento do reator nuclear de Three Mile Island;
 - **1979-"Convenção sobre o Longo Alcance da Poluição do Ar Além Fronteiras" (*Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*");**
 - **1980-É realizada pela IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) a "Estratégia de Preservação Mundial" (*World Conservation Strategy*):** a estratégia define desenvolvimento como "a modificação da biosfera e do uso dos recursos humano, financeiro, vivos e não vivos para a satisfação das necessidades humanas e a melhoria da qualidade de vida humana". A seção "Em Direção ao Desenvolvimento Sustentável" identifica, como os principais agentes da destruição do habitat, a pobreza, a pressão populacional, a desigualdade social e as relações de comércio. Convoca uma nova Estratégia Internacional de Desenvolvimento com o objetivo de diminuir as

desigualdades, adquirindo uma economia mundial mais dinâmica e estável, estimulando a aceleração do crescimento econômico e contando que se oponha aos piores impactos produzidos pela pobreza;

- **1980-A “Comissão Independente sobre Questões de Desenvolvimento Internacional” (*Independent Commission on International Development Issues*) publica “Norte:Sul-Um Programa para a Sobrevivência” (*North:South-A Programme for Survival*) – Relatório Brandt:** pede por uma reavaliação da noção de desenvolvimento e para um novo relacionamento econômico entre os hemisférios norte e sul;
- **1980-O Presidente dos Estados Unidos Jimmy Carter autoriza o estudo que levou ao relatório “Global 2000”:** este relatório reconhece a biodiversidade, pela primeira vez, como um fator crítico ao funcionamento apropriado do ecossistema planetário. Além disso, afirma que a natureza robusta dos ecossistemas é enfraquecida pela extinção das espécies;
- **1982-A “Patente Mundial das Nações Unidas para a Natureza” (*United Nations World Charter for Nature*) é publicada:** adota o princípio de que, toda forma de vida é única e deveria ser respeitada independentemente de seu valor para a humanidade. Também chama a atenção para uma compreensão de nossa dependência em relação aos recursos naturais e a necessidade de controlar a exploração que nós fazemos deles;
- **1982-É aprovada a “Convenção das Nações Unidas sobre a Lei do Mar” (*UN Convention on the Law of the Sea*):** estabelece regras materiais relativas a normas ambientais, assim como para coagir a execução de procedimentos de abastecimento de navios e transferência de combustíveis com a poluição do ambiente marinho;
- **1983-A Austrália adota um Estratégia Nacional de Preservação:** para implementar os objetivos colocados pela Estratégia de Preservação Mundial;

-
- **1983-É organizada a “Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento-CNUMMAD” (*World Commission on Environment and Development*):** presidida pela Primeira Ministra Norueguesa Gro Harlem Brundtland, a comissão trabalhou, por três anos para tecer, ao mesmo tempo, um relatório sobre questões sociais, econômicas, culturais e ambientais;
 - **1983-É fundada na Índia a “Alternativas de Desenvolvimento” (*Development Alternatives*):** como uma organização sem fins lucrativos para pesquisa, desenvolvimento, aconselhamento e consultoria. Favorecia uma nova relação entre pessoas, tecnologia e o meio ambiente no hemisfério sul, como uma condição para se alcançar as metas do desenvolvimento sustentável;
 - **Meados dos anos 80-Mais problemas ambientais globais chocam um público do hemisfério norte cada vez mais sintonizado:** como exemplo, Bhopal na Índia; a fome na região do Sahel, África; a devastação da floresta tropical, crise da dívida internacional;
 - **1984-O Instituto Worldwatch publica seu primeiro relatório da Situação do Mundo:** o relatório monitora alterações na base dos recursos globais, dando atenção, particularmente, em como essas alterações afetam a economia. O relatório conclui que “nós estamos vivendo além de nossas capacidades, nos endividando largamente em relação ao futuro “;
 - **1984-É fundada a “Rede do Terceiro Mundo” (*Third World Network*):** durante uma conferência internacional “O Terceiro Mundo: Desenvolvimento ou Crise?” que foi organizada pela Associação de Consumidores de Penang. A função da TWN é ser uma voz ativa dos países do hemisfério sul, em questões de economia, desenvolvimento e de meio ambiente;

-
- **1985-O buraco na camada de ozônio na Antártida é descoberto por cientistas britânicos e americanos;**
 - **1985-Villach, Áustria** ocorre o encontro realizado pela "Sociedade Mundial de Meteorologia" (*World Meteorological Society*), UNEP e a "União do Conselho Internacional de Cientistas" (*International Council of Scientific Unions-ICSU*) que **relata sobre o acúmulo de dióxido de carbono e outros gases responsáveis pelo efeito estufa na atmosfera.** Prevêem o aquecimento global;
 - **1986-IUCN Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento sediada em Ottawa-Canadá:** os participantes do encontro definem o desenvolvimento sustentável como o paradigma emergente derivado de dois paradigmas relativamente próximos da preservação, 1) um reagindo contra a teoria econômica do *laissez-faire* que considera os recursos vivos como externalidades e bens gratuitos e 2) o outro baseado no conceito de administração dos recursos;
 - **1986-Acidente na usina nuclear de Chernobyl:** que produziu uma forte explosão tóxica e radioativa;
 - **1987-É publicado "Nosso Futuro Comum" (Relatório Brundtland):** relaciona problemas e , pela primeira vez, dá alguma direção para o detalhamento de soluções globais. Torna popular o termo "desenvolvimento sustentável";
 - **1987-É aprovado o "Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Esgotam a Camada de Ozônio;**
 - **1988-É instituído o Painel Inter-governamental sobre Mudança Climática:** com três grupos de trabalho, para avaliar as mais atualizadas

pesquisas científicas, técnicas e sócio econômicas no campo da mudança climática;

- **1988-É fundado o Centro para o Nosso Futuro Comum:** em Genebra para agir como um ponto focal para a continuação das atividades do Relatório Brundtland;
- **1989-É estabelecido o Instituto do Meio Ambiente de Estocolmo:** como uma fundação independente para a realização de pesquisas ambientais globais e regionais;
- **1990-É fundado no Canadá o “Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável” (*International Institute for Sustainable Development-IISD*);**
- **1990-É fundado o “Centro Ambiental Regional para a Europa Central e Oriental”:** como uma organização independente, sem fins lucrativos para auxiliar organizações ambientais não governamentais, governos, empresas, e outras instituições ambientais, para cumprir seu papel em uma sociedade democraticamente sustentável;
- **1992-É sediada no Rio de Janeiro a Conferência dos Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento-RIO 92 (UNCD/CNUMAD):** que resulta na publicação da Agenda 21, na Conferência sobre Diversidade Biológica, na Estruturação da Conferência sobre Mudança Climática, na Declaração do Rio, e na declaração sem compromisso dos Princípios da Floresta. O fórum paralelo das Organizações Não Governamentais – ONGs deu segmento a uma grande quantidade de tratados alternativos;
- **1996-Conferência de Berlim sobre Cidades Sustentáveis-CBCS:** realizada pelo governo alemão, da qual saiu a Declaração de Berlim sobre

sustentabilidade de assentamentos humanos, com ênfase nos meios urbanos;

- **1996-É realizada em Istambul na Turquia a Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – Habitat II:** tendo, como resultado, a Agenda Habitat, a qual faz a associação entre assentamentos humanos, meio urbano e sustentabilidade;
- **1997-É realizada em Tessalônica na Grécia a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade:** de suas atividades surge a Carta de Tessalônica que faz a associação entre os conceitos de educação e sustentabilidade;

2.1.2 REFLEXÕES, PRINCÍPIOS E IMPLICAÇÕES

Pelo que foi apresentado, nos itens anteriores, o termo desenvolvimento sustentável traz consigo uma grande amplitude de temas e propostas, o que tem dificultado uma efetiva aplicação prática de seus pressupostos. Apesar do termo ser maior que uma única dimensão pré-estabelecida, envolvendo muito mais que isto, fica evidente o grande peso dado para as questões ambientais, que acabaram servindo como referência, para se tentar uma conceituação mais clara da sustentabilidade, ao mesmo tempo em que os ideais de desenvolvimento eram questionados. SACHS (1986), confirma essa colocação, pois segundo ele, de Founex a Estocolmo, passou-se a dar ênfase à necessidade de se considerar a gestão racional do meio ambiente e dos recursos naturais como dimensão complementar ao desenvolvimento e não propriamente como uma nova forma do mesmo, o que se caracterizaria como um “Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável”, com um caráter mediador, no qual o desenvolvimento não se reduziria apenas ao crescimento econômico, passando a levar em conta a dimensão ambiental (ALVARENGA, 1997).

Antes da existência do termo desenvolvimento sustentável, para o processo de equilíbrio entre meio ambiente e desenvolvimento, predominavam os ideais do "Ecodesenvolvimento", elaborados por Maurice F. Strong diretor do PNUMA em 1973 (ROMERO, 1992 in AVARENGA (1997)).

Apesar de muitos pontos em comum com o desenvolvimento sustentável, o ecodesenvolvimento tinha características que o tornavam uma espécie de prática paralela daquele e que persistiu por um certo tempo, mesmo após o surgimento do outro termo. Para ROMERO (1992) in ALVARENGA (1997), o ecodesenvolvimento tinha como marca a sua ligação com uma visão mais restrita e específica de desenvolvimento, centrada em mercados globais. Isso porque tentava definir um estilo de desenvolvimento adaptado às regiões rurais do terceiro mundo, que promovesse um uso racional dos recursos para a sua conservação a longo prazo. Para a sua efetivação, incentivava o uso de tecnologias que se adaptassem a esse fim e que tivessem como meta o uso integral de materiais, a absorção dos componentes culturais, como valorização de técnicas de construção com matérias-primas locais e das práticas ambientalmente compatíveis existentes (SACHS, 1986).

Entretanto, é com a efetivação do conceito de desenvolvimento sustentável, que o foco de atenção passa a ser voltado para um aspecto muito mais global. Isso ocorre, efetivamente, a partir das propostas contidas no Relatório Brundtland (WCED, 1987) porque, é a partir dele que se tem o objetivo de analisar e propor ações sobre o assunto (TEIXEIRA *et alli*, 1998). Ocorre, então, uma nova proposta de desenvolvimento, associando o conceito de necessidades, em particular as necessidades essenciais da pobreza mundial, com a idéia das limitações impostas pelo estado da tecnologia e organização social sobre a capacidade do meio ambiente de atender as necessidades atuais e futuras (WECD, 1987).

ELLIOTT (1994) e TURNER (1993), citados por ALVARENGA (1997), colocam que, apesar do Relatório Brundtland popularizar as idéias do desenvolvimento sustentável, diferentes correntes teóricas formam-se logo depois, destacando-se entre elas:

- Ecocêntrica (*Deep Ecology*): é defendida por ecologistas mais radicais, segundo a qual, crescimento econômico e conservação ambiental são fenômenos contraditórios. Advogando o não crescimento econômico, com a minimização das taxas de utilização de matéria e energia e a busca por uma efetiva distribuição mundial dos resultados econômicos. Contrapondo-se à WECD, que defende a idéia de que soluções tecnológicas para a degradação ambiental podem ser encontradas através do crescimento econômico;
- Mercadológica ou neo-liberal (*market-centred*): parte do princípio de que, crescimento e avanço tecnológico em uma economia de livre mercado, são as chaves para o desenvolvimento sustentável, dependendo o seu sucesso, da vontade política e da correta valoração do meio ambiente;
- Neo-marxista (*neo-marxist*): destaca os processos políticos e econômicos que interligam povos e lugares, permitindo o desenvolvimento de determinadas áreas baseado na exploração de outras. Considera desejável uma reestruturação das relações econômicas globais, com modificações no modo de produção capitalista.

Apesar das posturas e propostas serem diferenciadas, estas e outras correntes compartilham da idéia de que o desenvolvimento sustentável é necessariamente desejável, sendo um objetivo político a ser alcançado (ELLIOTT, 1994 in ALVARENGA, 1997).

UPRETI (1992) in ALVARENGA (1997), coloca que, uma das definições mais completas existentes de desenvolvimento sustentável foi dada em 1989 pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), pela qual:

"Desenvolvimento sustentável trata da conservação e manejo dos recursos naturais e da orientação de mudanças tecnológicas e institucionais, de modo a assegurar o atendimento e a contínua satisfação das necessidades humanas para as presentes e futuras gerações. Este desenvolvimento deve ser ambientalmente não impactante, tecnologicamente adaptado, economicamente viável e socialmente aceitável."

Como um objetivo a ser alcançado, o desenvolvimento sustentável torna-se um dos grandes desafios para a humanidade, trazendo consigo diversos tipos de discussões e questionamentos nas esferas política, social e ambiental. Porém, é a partir da articulação entre os diversos interesses que se espera encontrar um caminho para a sua efetivação, mesmo que demore muito tempo para isso.

Aliás, o tempo é também um dos grandes fundamentos por trás da sustentabilidade, pois as iniciativas e estudos para a sua implementação devem estar direcionadas para o planejamento de longo prazo, como bem colocam BASTEMEIJER, WEGELIN & BRIKKE (1998) e LACY (1997), tendo em mente um processo contínuo de aprendizagem e crescimento para toda a sociedade. Dessa forma, objetivos realistas de longo prazo devem ser propostos.

Neste aspecto vale a pena destacar algumas das exigências que o Relatório Brundtland enumera para que se alcance o desenvolvimento sustentável:

- "1. Um sistema político que assegure a participação efetiva dos cidadãos na tomada de decisões;*
- 2. Um sistema econômico que promova soluções para as tensões advindas de um processo de desenvolvimento desarmonioso;*
- 3. Um sistema produtivo que respeite o compromisso de preservar a base ecológica para o desenvolvimento;*
- 4. Um sistema tecnológico que promova padrões sustentáveis de produção, comércio e finanças;*
- 5. Um sistema administrativo flexível e com capacidade de auto-correção." (WECD, 1987)*

De um modo geral, as implicações do conceito de desenvolvimento sustentável estão na adoção de políticas num nível global, embora surgindo

como resultado da somatória de políticas nacionais. Considera-se que o desenvolvimento sustentável somente acontecerá se houver um empenho conjunto de todos os países, em função da interdependência mundial atualmente existente. Neste sentido, não seria correto falar-se no desenvolvimento sustentável de um país, uma região ou uma cidade. Por outro lado, o próprio Relatório Brundtland afirma:

"...o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras." (WECD, 1987)

Assim, segundo TEIXEIRA *et alli* (1998),

*"...pode-se admitir que o processo de desenvolvimento sustentável inicia-se, não só a partir de decisões e ações de governos nacionais e organismos internacionais, mas também através de atitudes e procedimentos adotados nos mais diferentes níveis das sociedades, reforçando algumas das questões mencionadas anteriormente. A característica necessária a tais atitudes e procedimentos seria, então, sua sustentabilidade. Partindo desse princípio, pode-se então falar em cidades ou assentamentos humanos sustentáveis (CBCS, 1998), em soluções sustentáveis (McKAUGHAN, 1997), em técnicas sustentáveis ou ecotécnicas (SILVA & MAGALHÃES, 1993) e outras expressões." (TEIXEIRA *et alli*, 1998)*

Delimitar, objetivar e aplicar o conceito de sustentabilidade passa a ser, então, o foco maior de atenção. Neste aspecto, TOLBA (1987) in ALVARENGA (1997), relaciona alguns pontos:

- 1. Assegurar que as questões ambientais sejam contempladas já nos primeiros passos do planejamento do desenvolvimento em qualquer escala;*
- 2. O fomento do desenvolvimento da capacidade interna de gerenciamento ambiental;*
- 3. A produção e divulgação de dados ambientais, em quantidade suficiente, para que possa embasar um planejamento ambiental de qualidade;*
- 4. Fomentar a participação da sociedade;*
- 5. Concentrar esforços em áreas mais frágeis, de maiores riscos e interesse, como florestas, áreas áridas, bacias hidrográficas, etc."*

Surge então em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), como conseqüência de suas recomendações, a proposta do desenvolvimento de indicadores ambientais e de sustentabilidade. Baseiam-se, principalmente, em variáveis e índices levantados de acordo com os objetos de preocupação dos governos (habitação,

meio-ambiente, população, etc), visando orientar o estabelecimento das propostas de sustentabilidade. Porém, neste momento, não entraremos nesta questão que será tratada mais a fundo no item 2.3, quando serão abordados aspectos relativos a análise e avaliação de projetos.

Uma consideração importante que deve ser feita é que as grandes transformações que levaram a humanidade a atingir tamanho grau de crescimento, consumo de recursos naturais e degradação do meio ambiente, ocorrem no ambiente chamado cidade. É justamente nela que os esforços para a melhoria das condições de vida da sociedade atual estão concentrados.

Pode-se dizer que o meio urbano é hoje em dia a forma mais complexa e acabada de organização humana. Para QUADRI (1997), convivem neste ambiente milhões de seres vivos, que realizam um grande número de atividades, interações, comunicações, produzem bens e serviços, etc. O fenômeno urbano funciona como algo real, complexo e multidimensional. A cidade pode ser vista de muitas maneiras, numa perspectiva orientada para a economia pode ser interpretada como:

*"- Uma concentração de atividades humanas que permite aproveitar as economias de aglomeração e gerar economias de escala;
- Um sistema de bens públicos (que inclui uma boa qualidade do ar e da água), cuja criação e novas modalidades de gestão constituem suas bases institucionais;
- um denso tecido de externalidades (positivas e negativas), no qual praticamente toda ação privada tem conseqüências sobre o bem estar geral e onde as iniciativas e projetos públicos muitas vezes se movem numa rota conflitiva com interesses privados bem definidos." (QUADRI, 1997)*

De acordo com ALVA (1997), a cidade representa uma totalidade que se apresenta como um fenômeno integrado, que não pode ser compreendido e tratado de maneira fragmentada. Deve ser vista e entendida holísticamente, a partir da perspectiva do meio ambiente, dentro de uma concepção de desenvolvimento sustentável.

Entretanto, para LACY (1997), uma cidade, com desenvolvimento sustentável deveria ter um intercâmbio de bens e serviços cujos fluxos de

matéria e energia não alterassem o capital de recursos naturais que lhe dá sustentação, seja em seu local de assentamento ou na sua região de influência. Infelizmente, só uma cidade que violasse as leis da termodinâmica e operasse com máquinas de perpétuo contínuo poderia cumprir esse princípio, questionando então, a totalidade integrada das cidades

Para o autor, essa definição, que coloca em pé de igualdade termos próprios da biologia e da economia, pode a princípio, obter um consenso unânime entre os especialistas em ciências ambientais. Porém, coloca de lado aspectos como a democratização da cidade, sua governabilidade ou a assistência social. Para os sociólogos, políticos e urbanistas, uma cidade não pode prescindir de tais elementos, principalmente no caso do desenvolvimento sustentável. LACY (1997), coloca ainda que aplicada à cidade, a sustentabilidade, pode levar o profissional comum a ilusões de integridade e planejamentos globais, holísticos e transdisciplinares, nos quais tudo é possível. Entretanto, será necessário identificar e controlar as tendências entrópicas, partindo do princípio de que perdas ambientais e sociais ocorrerão e deverão ser negociadas, identificando os agentes que assumirão os custos ambientais de uma qualidade de vida urbana. Este será, então, o ponto a ser alcançado.

2.1.3 A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E O SEU CONTEXTO NA GESTÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO

Se para o meio urbano, pode-se admitir que perdas ambientais e sociais ocorrerão e deverão ser negociadas, também se pode partir do princípio que, a sustentabilidade divide-se em níveis ou dimensões para orientar os objetivos a serem alcançados. Aliás, com relação a isso, MITCHELL (1999), afirma que muitos dos programas internacionais para a adoção dos princípios da sustentabilidade tem dado atenção a uma ou mais dimensões da mesma, o que de certo modo tem gerado críticas, por que ela não seria atendida em sua

totalidade, porém, tal procedimento facilita a orientação das atividades de planejamento para a sua implementação e posterior articulação.

SACHS (1994), dividiu a sustentabilidade em cinco dimensões, segundo as quais o desenvolvimento sustentável está baseado:

- **Sustentabilidade social:** que pressupõe uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e bens, reduzindo a distância entre ricos e pobres;
- **Sustentabilidade econômica:** onde a eficiência econômica deve ser medida em termos macrossociais e não através de critérios microeconômicos de rentabilidade empresarial;
- **Sustentabilidade ecológica:** obtida através da melhoria do uso dos recursos, com a limitação do uso daqueles esgotáveis ou danosos ao meio ambiente; redução do volume de resíduos e de poluição, por meio de conservação de energia e recursos e da reciclagem; autolimitação do consumo por parte dos países ricos e dos indivíduos; pesquisa em tecnologias ambientalmente mais adequadas e normas de proteção ambiental;
- **Sustentabilidade espacial ou geográfica:** configuração rural-urbana mais equilibrada, com: redução de concentrações, urbanas e industriais; proteção de ecossistemas frágeis e criação de reservas para proteção da biodiversidade; agricultura e agro-silvicultura com técnicas modernas, regenerativas e em escalas menores;
- **Sustentabilidade cultural:** consideração das raízes endógenas, com soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área, e com as mudanças se dando num contexto de continuidade cultural.

Para o presente trabalho, em que se pretende incorporar o conceito de sustentabilidade aos métodos para análise e avaliação de projetos de sistemas urbanos de água, será dada maior atenção à sustentabilidade ecológica ou ambiental, embora as demais dimensões devam ser abordadas sempre que for necessário, sem prejuízo destas.

Há de se destacar que os aspectos ligados aos sistemas de água no meio urbano estão contemplados em vários pontos propostos em 1992 pela Agenda 21 (CNUMAD, 1996), como forma de implementação do desenvolvimento sustentável. Basicamente, a abordagem de tais aspectos é feita nas seguintes áreas de programas:

- Oferecimento de habitação adequada a todos *“por meio de uma abordagem que possibilite o desenvolvimento e a melhoria de condições de moradia ambientalmente saudáveis”* (Cap. 7, A);
- Aperfeiçoamento do manejo dos assentamentos humanos (Cap. 7, B);
- Promoção do planejamento e do manejo sustentáveis do uso da terra, de formas *“ambientalmente saudáveis”* (Cap. 7, C);
- Promoção da existência integrada de infra-estrutura ambiental: água, saneamento, drenagem e manejo dos resíduos sólidos (Cap. 7, D);
- Desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos que *“baseiam-se na percepção da água como parte integrante do ecossistema, um recurso natural e bem econômico e social cujas quantidade e qualidade determinam a natureza de sua utilização”* (Cap 18, A);
- Proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos (Cap. 18, C);

-
- Abastecimento de água potável e saneamento, com *“a necessidade de oferecer, em base sustentável, acesso a água salubre em quantidade suficiente e saneamento adequado para todos”* (Cap. 18, D);
 - A água e o desenvolvimento urbano sustentável, com *“estratégias e medidas que assegurem o abastecimento contínuo de água, a preço exequível, para as necessidades presentes e futuras e que invertam as tendências atuais de degradação e esgotamento dos recursos”* (Cap. 18, E);
 - Redução ao mínimo dos resíduos, considerando que *“uma abordagem preventiva do manejo dos resíduos, centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido das tendências atuais”* (Cap. 21, A);
 - Maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos (Cap. 21, B);
 - Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos *“baseados na natureza e na capacidade de assimilação do meio ambiente receptor”* (Cap. 21, C);
 - Ampliação dos serviços que se ocupam dos resíduos (Cap. 21, D).

Da mesma forma, na Declaração de Berlim (CBCS, 1998) a questão urbanística e das águas é colocada como essencial para a obtenção de cidades sustentáveis. No ponto 7 desta declaração é descrito o seguinte:

“O desenvolvimento econômico sustentável requer uma transição gradual para uma economia de ciclo de vida em que a produção, o uso e a disposição de bens e serviços são gerenciados de forma a terem um impacto mínimo nos ecossistemas. Isso implica numa adaptação de fluxos de recursos urbanos, entre outras formas através da utilização das redes e sinergias locais no gerenciamento de recursos. Como o uso do solo, a infra-estrutura e as construções determinam a utilização dos recursos, deve-se dar maior atenção à necessidade de inovar o planejamento, a construção e a manutenção da infra-estrutura e das construções para uso residencial e comercial. As cidades devem ser organizadas de forma a desempenhar um papel decisivo na redução e eliminação de padrões insustentáveis de produção e consumo e na

promoção do uso do solo, de sistemas de transporte e de construções ambientalmente saudáveis

Se considerarmos apenas as questões relativas à água no meio urbano, outros pontos podem ser destacados, principalmente se levarmos em conta que a aceleração do crescimento urbano nas grandes metrópoles, encaminha-se rapidamente aos limites das disponibilidades hídricas e, portanto, à escassez de água. De acordo com NETTO (1999), 40% da população mundial enfrenta grave situação de abastecimento de água, cuja disponibilidade é comprometida pelos níveis crescentes de poluição provocada pelos defensivos agrícolas, pela atividade de mineração, lançamento de efluentes industriais, lixo e resíduos urbanos, e o lançamento de esgotos *in natura*, acima da capacidade de autodepuração dos corpos d'água.

Segundo ARAÚJO (1999), no Brasil, a Lei Federal 9.433 de janeiro de 1997, que compreende, como fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, ser a água um bem público, limitado, dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano e cuja gestão deve ser descentralizada.

Com relação à gestão desse recurso, BASTEMEIJER, WEGELIN & BRIKKE (1998), enfatizam que, os desafios enfrentados no desenvolvimento de estratégias, para o gerenciamento sustentável das águas urbanas, estão na consideração das rápidas velocidades de crescimento com a demanda dos serviços de abastecimento de água domiciliar. Isto, principalmente, nas grandes áreas, com grandes aglomerações e populações não servidas ou precariamente servidas, onde os problemas são mais visíveis.

Para os autores, a escassez é um fator básico por trás dos problemas de reserva de água, os diferentes usos irão cada vez mais competir com o crescimento da demanda. Haverá, então, a necessidade de tratar interesses conflitantes e esforços para o aumento da eficiência, especialmente porque o custo de "produzir" água continua a aumentar, depois que muitas das fontes

acessíveis tiverem suas capacidades saturadas. Se estes custos não são tão altos e não há escassez de água, são as condições ambientais que requerem maior atenção.

O gerenciamento da quantidade e da qualidade da água em áreas urbanas é crucial. De acordo com BUTLER & PARKINSON (1997), os sistemas de transporte e o abastecimento de água tem sido identificados como os dois fatores mais críticos que determinarão o futuro das cidades no próximo século. As águas servidas representam um perigo para a saúde e um risco de poluição, especialmente em áreas urbanas onde diferentes tipos de sistemas de água estão em uso e que tenham fontes pontuais de suprimento de água.

Segundo BASTEMEIJER, WEGELIN & BRIKKE (1998), muitos países e organizações responsáveis pelo suprimento de água não possuem uma estratégia de longo prazo para lidar com estes desafios. Muitas vezes, também não possuem os dados básicos para o planejamento. Como consequência, muitos países não investem racionalmente no setor, não tratando dos fatores que afetam a sustentabilidade no gerenciamento da água no meio urbano.

Muitas das ações acabam focadas em estratégias de curto prazo, porque entende-se que as urgências possuem prioridade. De acordo com os autores, tal fato não está relacionado com a escassez das reservas de água, mas com o baixo desempenho das organizações. Para eles, baixo desempenho é causado por fatores como o gerenciamento inadequado, mecanismos de compensação de custos insustentáveis, operação inadequada e manutenção. Os problemas de desempenho resultam em uma situação fragmentada, onde a grande ênfase em questões técnicas e financeiras é quase inevitável, mas ao mesmo tempo acabam contribuindo para agravar os problemas de desempenho. O monitoramento centrado na eficiência e na capacidade de desenvolvimento de indicadores para o gerenciamento sustentável da água deveria ter grande prioridade.

Para BASTEMEIJER, WEGELIN & BRIKKE (1998), um modo de se alcançar o melhoramento está num melhor uso das capacidades existentes e dos investimentos, e também na melhoria do desempenho dos sistemas existentes e das organizações responsáveis por eles.

De acordo com LARSEN e GUJER (1997), ainda não se pode definir, claramente, qual rumo o gerenciamento da água no meio urbano deve seguir para que se atinjam os pressupostos da sustentabilidade. Porém, algumas pistas podem ser encontradas nas seis diretrizes definidas pelos autores:

- Para que se possa desenvolver um gerenciamento sustentável da água no meio urbano, deveríamos definir primeiro os serviços que serão atendidos e não concentrar nossos esforços na melhoria das tecnologias existentes;
- As pesquisas no campo do gerenciamento da água, no meio urbano, deveriam investigar a possibilidade de outra *local minima*, possivelmente não confiando nas tecnologias aplicadas atualmente. Uma *local minimum* é alcançada se os serviços necessários são executados com uma necessidade mínima de recursos. A definição dos serviços indispensáveis e a agregação dos recursos necessários é dependente da avaliação subjetiva e envolve um processo político;
- Para prevenir os problemas que são exportados no tempo e no espaço, a dimensão espacial, assim como a escala de tempo dos sistemas relevantes, deveriam ser drasticamente prolongados. A definição de sistemas prolongados exclui a possibilidade de se alcançar soluções localmente favoráveis para o custo da exportação de problemas no tempo e no espaço, ou seja, as soluções que serão adotadas devem considerar as conseqüências que vão além do local de implantação e que possuem reflexos muito mais dinâmicos. Uma vez que a exportação de problemas, própria do tradicional gerenciamento da água no meio urbano (das áreas urbanas para as águas receptoras, das águas receptoras para a

agricultura), espera-se que a definição de sistemas prolongados conduza na direção da solução de problemas mais próximos da fonte dos desperdícios;

- Gradientes aceitáveis de variáveis de estado são importantes indicadores para o desenvolvimento sustentável, o que facilita a detecção dos problemas exportados no tempo;
- Para minimizar simultaneamente a exploração de diferentes tipos de recursos, a abordagem reativa do gerenciamento da água no meio urbano deveria ser alterada para uma abordagem ativa. O conceito de planejamento das águas residuárias é um importante passo nesta direção;
- Com a introdução de novas tecnologias, a organização do período de transição torna-se essencial. A possibilidade do uso maximizado da infraestrutura existente é essencial para o sucesso de novas tecnologias. Já que futuros desenvolvimentos são difíceis de prever e a infraestrutura do gerenciamento da água no meio urbano tem uma expectativa de longa duração, deveríamos preferir cenários de transição com alto grau de liberdade.

Para BUTLER & PARKINSON (1997), uma estratégia para o sucesso da sustentabilidade das águas no meio urbano é a que leve em conta procedimentos integrados de planejamento, considerando os aspectos técnicos, sociais e ambientais. Além disso, essas estratégias devem levar em consideração uma melhor compreensão dos impactos de longo prazo e seu alcance.

Outros pontos podem ser considerados, além dos aspectos gerenciais, porém, a maioria deles acaba tendo reflexo sobre ele. Tais aspectos estariam ligados a questões ambientais e sociais, que de uma forma ou de outra, direcionariam as medidas de planejamento. Por exemplo, as águas urbanas, dentro de um contexto do saneamento para uma residência, podem se referir

à provisão, contínua operação e manutenção de medidas seguras e facilmente acessíveis de disposição das fezes humanas, resíduos e águas residuárias, proporcionando uma barreira efetiva contra moléstias relacionadas com as fezes humanas (DEL PORTO, 1999). Considerações em comum são descritas por BUTLER & PARKINSON (1997), pela ICWSD (1998), por LANNA (1997) e SPIRN (1995):

- Diminuição da carga de poluentes industriais das águas residuárias despejadas nos corpos d' água superficiais;
- Separação dos efluentes domésticos dos efluentes industriais;
- Separação das águas pluviais dos esgotos domésticos para a melhoria do desempenho dos sistemas de drenagem;
- Utilização de sistemas de infra-estrutura descentralizados;
- Minimização da utilização de recursos naturais (água, energia, materiais, etc);
- Possuir flexibilidade para se adaptar às necessidades futuras e para operar em longo prazo;
- Redução de usos inadequados de água potável, tal como um meio de transporte de dejetos (concepção residencial);
- Conservação da água doméstica, principalmente;

- Reciclagem, em pequena escala, da água residuária e das águas de chuva;
- Estocagem ou infiltração local das águas pluviais;
- Utilização de padrões naturais de drenagem;
- Garantia do acesso à água potável em quantidade e qualidade;
- Utilizar tecnologias e métodos que estejam próximos ao ciclo hidrológico natural;
- Promover o princípio do poluidor pagador e encorajar sistemas de usuário pagador;
- Proteger os recursos hídricos mais importantes da cidade, tanto os usados correntemente para suprimento de água como os que tem potencial para satisfazer à demanda crescente;

-
- Localizar nas cabeceiras e nas várzeas a jusante novos parques e áreas verdes para preservar a capacidade de armazenamento das águas, e para melhorar a recarga dos lençóis freáticos;
 - Estimular a localização de novas indústrias, áreas para disposição do lixo e outros usos de áreas poluidoras fora das várzeas e das áreas de recarga dos mananciais, que são altamente vulneráveis à poluição das águas;
 - Explorar padrões de assentamento que possam facilitar a reutilização das águas servidas após tratamento;
 - Aumentar a visibilidade da água na cidade, bem como o acesso do público a ela, integrando-a a uma Política Pública para o planejamento das cidades.

Com todos estes pontos levantados, a grande questão que permanece aberta tem relação com os pressupostos que a sustentabilidade ambiental exigiria dos projetos e empreendimentos dos sistemas urbanos de água. Principalmente, a colocação de todos esses aspectos abordados anteriormente em parâmetros aplicáveis. Nesse aspecto TEIXEIRA *et alli* (1998), consideram muitas dessas questões, de maneira sistematizada, em nove princípios básicos, os quais procuram se enquadrar dentro da dimensão ambiental da sustentabilidade, tanto para sistemas urbanos de água, como para projetos de urbanização:

“

- **Utilização limitada dos recursos naturais:** (com destaque para solo e água, mas também considerando os demais insumos necessários à viabilização dos sistemas projetados), em especial os não renováveis, com ênfase no combate a perdas e desperdícios. Aspecto inerente ao sistema, mas com relação à tecnologia empregada;
- **Baixo consumo energético:** com preferência para o uso de fontes renováveis;
- **Baixa ocorrência de impactos negativos sobre o ambiente:** especialmente na forma de poluição, contaminação, degradação de ecossistemas ou redução/extinção de espécies;
- **Minimização da necessidade de tratamento e disposição de resíduos:** através de práticas de redução na geração, de reuso e de reciclagem dos mesmos;
- **Favorecimento da ocorrência de fluxos de materiais sob a forma de ciclos fechados:** coincidentes ou próximos aos ciclos naturais;
- **Preferência por alternativas pouco concentradoras:** que apresentam caráter mais disperso;

-
- *Não ocupação de espaços contendo ecossistemas frágeis: ou de especial interesse ecológico;*
 - *Favorecimento à regeneração de ambientes degradados: sejam eles naturais (com recuperação de habitats e reintrodução de espécies) ou construídos;*
 - *Estabelecimento de uma relação harmônica entre o ambiente construído e os elementos naturais: físicos e bióticos.” (TEIXEIRA et allj, 1998).*

2.2 A ÁGUA E O MEIO URBANO

A cidade pode ser considerada como um fenômeno vivo, onde diversas interações entre os seus sistemas ocorrem simultaneamente. Entre os seus sistemas, são de grande importância aqueles que tem como responsabilidade lidar com a água, seja no abastecimento, no transporte de dejetos e fezes humanas e na drenagem das águas pluviais, compondo uma parte dos sistemas de saneamento, denominados aqui de sistemas urbanos de água.

Segundo DANIEL (1997), a idéia geral que se faz sobre saneamento está vinculada ao tratamento de água, de esgoto e quando muito, à coleta e disposição de resíduos sólidos domésticos. Para o autor, o saneamento é mais abrangente e está relacionado a todos os fatores que envolvem o bem estar do homem, que depende da qualidade do ambiente no qual está inserido. Desta forma, não pode existir uma separação entre saneamento e meio ambiente.

No contexto do presente trabalho, essas questões estão mais do que presentes, porém, o uso do termo saneamento ampliaria demais o objeto de estudo que são os sistemas urbanos de água e a sua sustentabilidade. Assim, embora o saneamento esteja dentro do tema do trabalho, será evitado o uso do termo, enfocando, neste item, algumas questões de relevância para a compreensão da água dentro do meio urbano.

2.2.1 O CICLO DA ÁGUA NO MEIO URBANO

As cidades impõem grandes alterações nos fluxos originalmente estabelecidos pela natureza e com a água não poderia ser diferente. De acordo com SPIRN (1995), em todas as cidades, a profusão de ruas, calçadas e estacionamentos pavimentados, e os sistemas de águas pluviais que drenam as cidades, interrompem o ciclo hidrológico e mudam as características dos cursos d' água e lagos. A deposição dos resíduos, sem considerar tratamento adequado, contamina tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, dificultando o atendimento da crescente demanda por água pura. Fertilizantes, herbicidas e pesticidas, aplicados em gramados e hortas, contaminam as águas subterrâneas e diminuem o seu valor como recurso.

Segundo aquela autora, no seu conjunto, as atividades urbanas, a densidade da forma urbana e os materiais impermeáveis com os quais é construída, o padrão de assentamento e sua relação com a rede de drenagem natural, e o projeto dos sistemas de drenagem e de controle de enchentes produzem um regime hídrico urbano característico. O escoamento abundante e rápido dos temporais cria vazões de água extremamente altas, durante e imediatamente após as chuvas, e diminui as vazões no intervalo entre essas. A pavimentação e os bueiros reduzem a infiltração e baixam o nível da água sob o solo. As atividades urbanas, a forma urbana e seus materiais influenciam o nível das enchentes e sua localização, o grau de poluição e o local em que se concentra e a quantidade de água consumida. As características da dinâmica, da poluição e do uso das águas urbanas são bem conhecidas, assim como suas causas e seus efeitos, mas esse conhecimento raramente é aplicado. Os planejadores, arquitetos urbanistas, construtores e administradores das cidades, quase sempre, tratam separadamente dos problemas de enchentes, drenagem, poluição, uso e abastecimento de água.

Como se percebe, os ciclos naturais de materiais e energia são afetados pela urbanização, o que provoca conseqüências, tanto ao ambiente natural

quanto ao ambiente construído. Para que essas conseqüências não sejam muito prejudiciais e nem proporcionem danos irreversíveis aos ecossistemas e à qualidade de vida humana, é necessário que seja feita uma análise cuidadosa das alternativas de uso e de gerenciamento dos recursos naturais afetados pelos projetos urbanos. A água é um dos elementos centrais na manutenção da vida e das atividades humanas. Para a sua conservação, torna-se, portanto, primordial o conhecimento dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes, bem como o estudo das interações das fases do ciclo da água com o meio urbano.

O ciclo da água no ambiente natural é fechado, não gerando resíduos, porém depende da escala de tempo para a sua assimilação nos sistemas naturais. O fator mais importante é sua dinâmica, com a água movimentando-se constantemente, ainda que com velocidades muito variáveis. Com a intervenção do urbanismo, através da implantação de assentamentos humanos, as características do ciclo da água sofrem alterações que podem atingir desde as imediações do ambiente construído, até distâncias relativamente grandes, como foi observado anteriormente por SPIRN (1995). A água é um componente crucial para o sistema de suporte da cidade, e um entendimento dos processos é essencial para o seu uso e manejo adequados.

Há várias interações entre a água e o meio urbano. BUTLER & PARKINSON (1997), relacionam-nas como uma cadeia de dependência, em que estão vinculados os recursos de água natural, o suprimento de água, o uso que é feito da água e a drenagem urbana. Essa cadeia que formaria o ciclo da água no sistema urbano, conforme a figura 2.1, tem duas finalidades básicas, o suprimento de água para os diversos usos e a sua disposição após tais usos terem se consumado.

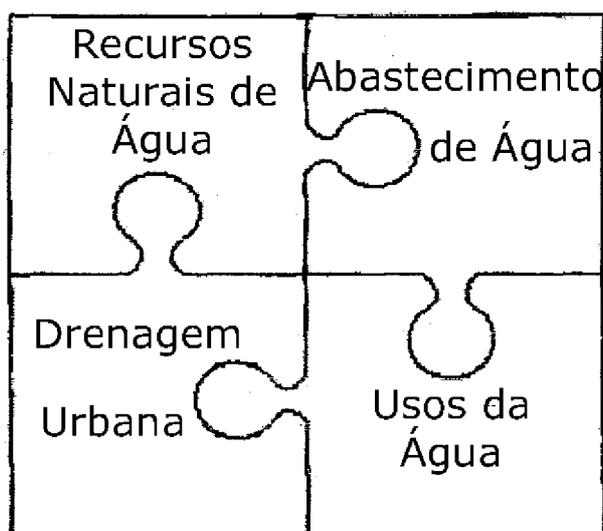


Figura 2.1: A relação entre a cadeia de sistemas do ciclo da água. Fonte: BUTLER & PARKINSON (1997), adaptado.

O suprimento envolve o problema de mover a água de onde ela está disponível no ambiente (rios, lagos, aquíferos subterrâneos, precipitações), para onde seu uso seja necessário nas cidades. A disposição final diz respeito a remover a água de onde ela foi usada, retornando ao ambiente (corpos receptores) (PUPPI, 1981; BUTLER & PARKINSON, 1997; DANIEL, 1997; VARIS & SOMLYÓDY, 1997). Assim, com a urbanização, uma ou várias das etapas do ciclo da água passam a ser induzidas pelo ser humano. Surgem, então, desvios, armazenamentos, recalques, redes de abastecimento e de coleta, despejos, infiltrações, entre outros. Além do aspecto quantitativo, a água sofre grandes alterações qualitativas ao longo de sua passagem pelo meio urbano.

Além da interferência decorrente das necessidades de uso da água, a urbanização, também, altera outras partes do ciclo hidrológico relacionadas com a ocorrência de precipitações, armazenamentos, escoamentos superficiais, infiltrações, evaporação e evapotranspirações, uma vez que tais fenômenos naturais, independentemente da vontade do ser humano, continuam a ocorrer nos locais em que as cidades se implantam. Surge, então, a necessidade de se controlar as etapas do ciclo que, como decorrência de uma interação conflitiva

com o meio urbano, venham a causar danos, seja ao ambiente construído, seja às populações envolvidas (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

De modo geral, pode-se dizer que, no meio urbano o ciclo da água é condicionado pela existência ou não de três sistemas implantados pelo ser humano: Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) e Sistema de Drenagem Urbana (SDU). O primeiro propicia o suprimento de água para ser utilizada, o segundo promove sua retirada posterior, enquanto o terceiro trata de controlar os fluxos decorrentes do ciclo hidrológico natural. Eventualmente, o SES e o SDU podem ser implantados de forma conjunta, vindo a constituir um sistema unificado. O fluxo e o uso da água, no meio urbano, são influenciados pelas interações dos três sistemas citados, os quais podem apresentar maiores ou menores interferências entre si.

A entrada de água no meio urbano pode ocorrer através de processos naturais (precipitação, escoamento superficial, nascentes) e de processos induzidos (captações, adutoras, poços). A saída também se dá tanto por meios naturais (escoamento superficial em rios, córregos, enxurradas; evaporação e evapotranspiração; infiltração no solo), quanto por sistemas construídos (canais, emissários, poços e valas de infiltração, sumidouros, sistemas de disposição no solo). Além das condições de entrada e saída, o ciclo da água no meio urbano pode ser também caracterizado por alterações na velocidade de movimentação da água, podendo ocorrer acelerações (em decorrência de impermeabilizações, canalizações, retificações, recalques) ou retardamentos (através de armazenamentos, aumentos de atrito ou de comprimento de percurso) (SPIRN, 1995; BUTLER & PARKINSON, 1997; DANIEL, 1997; FENDRICH *et alli*, 1997; BOTELHO, 1998).

As interferências entre os sistemas podem ser de dois tipos: propositais ou não propositais. Entre as propositais, citam-se: a óbvia relação entre o SAA e o SES, na medida em que este último destina-se a coletar as águas que

foram distribuídas pelo primeiro; o sistema unificado que associa o SES ao SDU; uma possível captação direta de águas pluviais para abastecimento, que associaria o SAA ao SDU; estes também podem estar relacionados na medida em que se favorece a infiltração de águas pluviais no solo para recarga de aquíferos; ou ainda uma segunda forma de interação entre o SES e o SAA, através do reuso de águas servidas (SPIRN, 1995; ANDRADE NETO, 1997; DANIEL, 1997; PUPPI, 1981; VARIS & SOMLYÓDY, 1997).

Com relação às interferências não propositais, tem-se: possíveis infiltrações de águas servidas do SES nas redes do SAA; ligações irregulares de águas pluviais no SES ou de águas servidas no SDU; ou ainda, perdas de água do SAA que podem atingir os outros dois sistemas (SPIRN, 1995; ABES, 1999).

A figura 2.2 apresenta um esquema ilustrando o ciclo da água no meio urbano, a partir da descrição feita anteriormente.

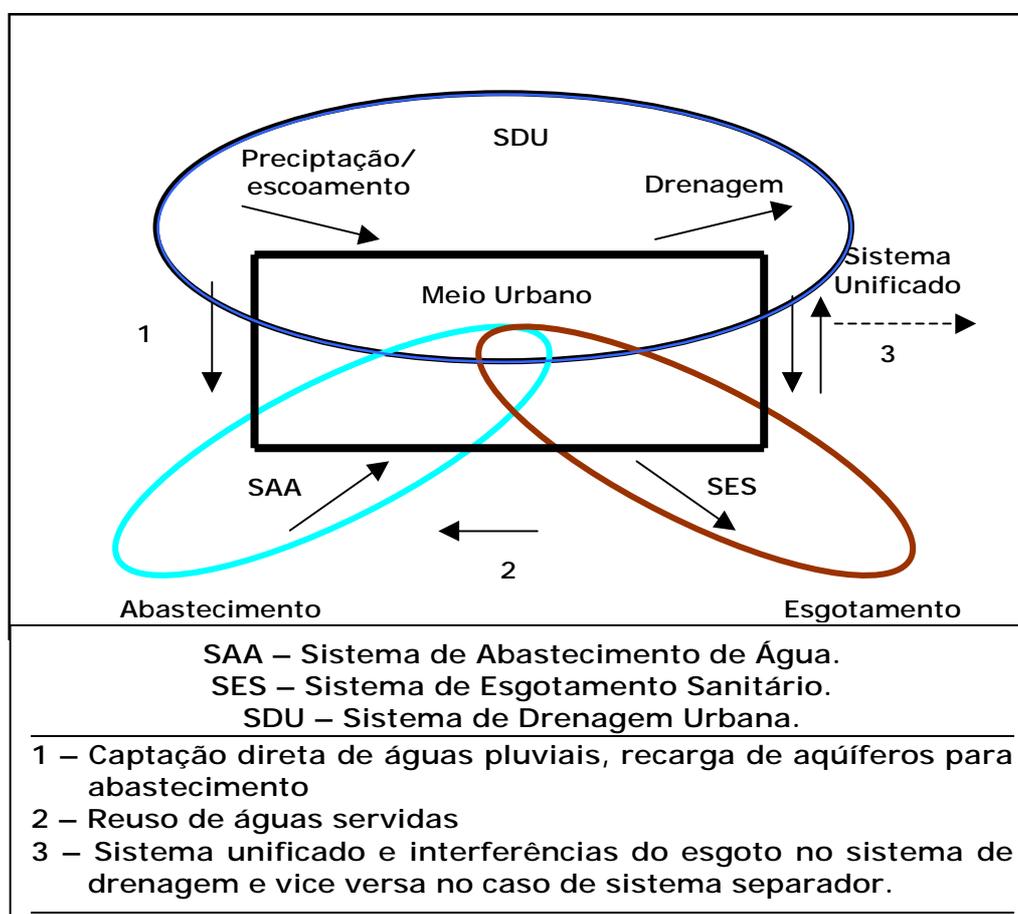


Figura 2.2: Esquema do ciclo da água no meio urbano

2.2.2 OS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA

Após uma rápida visão geral dos sistemas urbanos de água, dentro do meio urbano, procura-se, agora, tratar de alguns pontos específicos de cada sistema.

2.2.2.1 O sistema de abastecimento de água-SAA

A função básica do sistema de abastecimento de água é garantir o fornecimento de água com qualidade e quantidade para os mais diversos usos. A qualidade da água tem influência direta no seu uso, determinando as etapas necessárias e as soluções técnicas para a exploração de determinada fonte de água.

Uma divisão clássica dos sistemas de abastecimento de água é aquela que envolve cinco etapas: captação, adução, reservação, tratamento e distribuição (PUPPI, 1981). Cada uma dessas etapas pode, então, ser dividida em sub-etapas que caracterizam e diferenciam as anteriores, segundo FIGUEIREDO (1998). É importante observar que a captação inclui o próprio manancial e a distribuição os aspectos de ligações prediais, incluindo micro-medição. Assim, já na captação, seriam identificadas diferenças em virtude da fonte de água para abastecimento: superficial ou subterrânea. Na primeira situação, são identificados o pré-tratamento (caixa de areia), ou outro procedimento e, conforme o caso, um bombeamento, enquanto que na segunda situação ocorreria o bombeamento. A adução ocorre através de uma rede que transporta a água captada, sendo um dos fatores críticos, para a sua instalação e manutenção, a topografia. A reservação pode ser feita antes ou após o tratamento, mas envolve basicamente a escolha de um tipo de reservatório, elevado ou superficial, que exige cuidados técnicos apropriados. Já o tratamento é a etapa mais complexa do sistema, envolvendo, conforme a qualidade da água, algumas variações para a sua "potabilização" e atendimento dos parâmetros exigidos. Essa situação é típica para fontes de

abastecimento superficial, enquanto que para as fontes de abastecimento subterrânea, geralmente apenas a desinfecção é utilizada no tratamento (FIGUEIREDO, 1998). E por fim, na distribuição existe uma série de dispositivos para garantir o fornecimento e controle do volume de água, através da rede de abastecimento: bombas para controle de pressão e vazão, reservatórios entre outros.

Segundo FIGUEIREDO (1998), na captação, em virtude da exploração das fontes de água os problemas estariam associados à forma como a mesma é feita. Para a captação superficial, poderia ocorrer uma alteração na vazão de escoamento do manancial em virtude do aumento de água necessária para suprir a demanda de consumo, afetando o nível do curso d'água superficial. Já para a captação subterrânea, em virtude de uma exploração descontrolada, poderia ocorrer o rebaixamento do nível do lençol subterrâneo, afetando a recarga de aquíferos, além do próprio bombeamento e, de acordo com a situação, até mesmo os cursos d'água superficiais, ou ainda provocar a intrusão de cunha salina nas áreas próximas ao litoral. Porém, não se pode dizer que apenas a parte técnica afeta a qualidade da água captada. Deve-se lembrar que em virtude do grande crescimento dos centros urbanos no mundo todo as fontes naturais de água para abastecimento estão se tornando raras, levando os órgãos responsáveis a procurar cada vez mais longe recursos hídricos para a continuidade dos serviços.

Na adução, o grande problema estaria associado à manutenção da rede ou até mesmo a uma inadequada implantação, causando rompimentos e vazamentos que poderiam causar o transporte do solo ou o enfraquecimento de suas camadas de base, levando à ocorrência de erosão.

Das etapas presentes nos sistemas de abastecimento de água aquela que causa maiores impactos é o tratamento d'água, sendo um dos maiores contribuintes para o problema o lodo proveniente da lavagem dos decantadores e dos filtros (CORDEIRO & CAMPOS, 1998). Sua composição

pode variar conforme as atividades da área de captação d'água e segundo CORDEIRO & CAMPOS (1998), podem provocar alterações consideráveis, causando degradação da qualidade ambiental desses corpos d'água. Geralmente, o lodo não sofre nenhum tipo de tratamento, sendo jogado diretamente nos corpos receptores.

Na reservação, a questão principal acaba sendo a sua própria manutenção para se evitar vazamentos, os quais, como no caso da adução, possam provocar a longo prazo, o transporte dos sedimentos do solo, levando à ocorrência de erosão.

A água é levada à população através da rede de distribuição, um conjunto de tubulações e peças especiais que exigem operações adequadas e manutenção sistemática. Acidentes no percurso podem ocorrer, provocando rompimento nas tubulações e a conseqüente perda de água e outras conseqüências, como a erosão do solo. As perdas de água representam um dos grandes problemas para o gerenciamento dos sistemas de água, variando conforme o uso. De um modo geral em atividades industriais as perdas são menores, em virtude da existência de um maior controle sobre os processos, porém quando o uso está associado à população das cidades o quadro se inverte. Neste caso as perdas são maiores principalmente em função dos seguintes fatores: culturais, problemas de manutenção, ligações clandestinas e fraudes diversas. De acordo com a ABES (1999), essas perdas podem ser divididas em dois tipos: a física e a não física. A perda física é a água perdida em vazamentos, aquela que não chega ao consumidor. A perda não física é a água usada pelos consumidores, mas que não é medida pela empresa de abastecimento, como as ligações clandestinas e outros tipos de fraudes.

De acordo com PUPPI (1981), a rede de distribuição é a etapa do sistema de abastecimento de água que fica subordinada ao traçado das vias públicas, nem sempre favorável a um melhor escoamento, devido à sua

configuração planimétrica, ou a seus perfis longitudinais. Está, portanto, vinculada à forma urbana da cidade.

De uma maneira geral, os desafios para os sistemas de abastecimento envolvem discussões que levem em conta a tendência atual, em que a água não é mais considerada um recurso renovável. Assim, são necessárias ações que tragam melhorias no gerenciamento dos sistemas e que conscientizem a população da necessidade de conservação da água, encarando-a como um recurso que quando consumido, possui um custo associado à sua exploração e distribuição. Tendo em vista estes aspectos, os sistemas de abastecimento de água devem garantir o suprimento d' água em quantidade e em qualidade, preservando as fontes naturais de abastecimento, diminuindo as perdas nas redes de distribuição, conscientizando a população para que sejam evitados desperdícios e promovendo a cobrança pelo uso da água, a utilização de tecnologias de sistemas de tratamento de água menos impactantes ao meio ambiente e a promoção de um gerenciamento pleno dos recursos hídricos.

2.2.2.2 O sistema de esgoto sanitário-SES

O sistema de esgoto sanitário, constitui-se como um complemento do sistema de abastecimento de água, uma vez que sua origem ocorre em função do uso da água, ocorrendo neste processo uma perda de qualidade e contaminações. A perda de qualidade faz com que a água fique indisponibilizada, em termos de potabilidade, mas ainda permite o seu aproveitamento para outros usos, sendo necessários tratamentos mais simples para posterior uso. Já a contaminação, ocorre em função dos usos sanitários do ser humano, limpeza de excretas, sobretudo, fezes e urina, neste caso, o tratamento necessário deve ser mais complexo, para que então possa ser utilizada para outros fins. Desta forma, as funções do sistema são: conduzir a água utilizada para tratamento e outros usos e quando não existir tratamento, afastar essa água utilizada, evitando a propagação de doenças e vetores, garantindo a saúde pública.

De acordo com PUPPI (1981), tendo em vista o processo de escoamento, as águas utilizadas são classificadas em dois grupos: as residuárias e as superficiais. As residuárias são divididas em águas ou despejos domésticos provenientes das habitações, estabelecimentos comerciais e entidades públicas, e águas ou despejos industriais. As superficiais são provenientes das águas pluviais, consideradas no próximo item, quando for abordado o sistema de drenagem urbana. Trataremos, agora, do primeiro grupo.

O sistema de esgoto sanitário pode ser dividido em três subsistemas. O primeiro, corresponde ao sistema de coleta da água residuária, o segundo ao sistema de tratamento de esgotos e o terceiro ao sistema de transporte da água residuária até o corpo receptor. Cada um deles apresentando as suas peculiaridades.

O subsistema de coleta consiste na infra-estrutura necessária para a captação da água residuária dos domicílios ou indústrias. É formado por um conjunto de tubulações, cuja utilização pode ou não permitir a sua mistura com as águas pluviais. Uma primeira distinção entre os tipos SES, com ênfase nas etapas de coleta e transporte, refere-se à amplitude de atendimento do mesmo, que pode ser individual ou coletivo. Um SES coletivo, por sua vez, pode ser dividido em unitário (ou combinado) e separador. Os sistemas separadores são subdivididos em convencional e condominial. Em qualquer um destes casos, o sistema pode ser centralizado ou descentralizado. Essa classificação é esquematizada na figura 2.3.

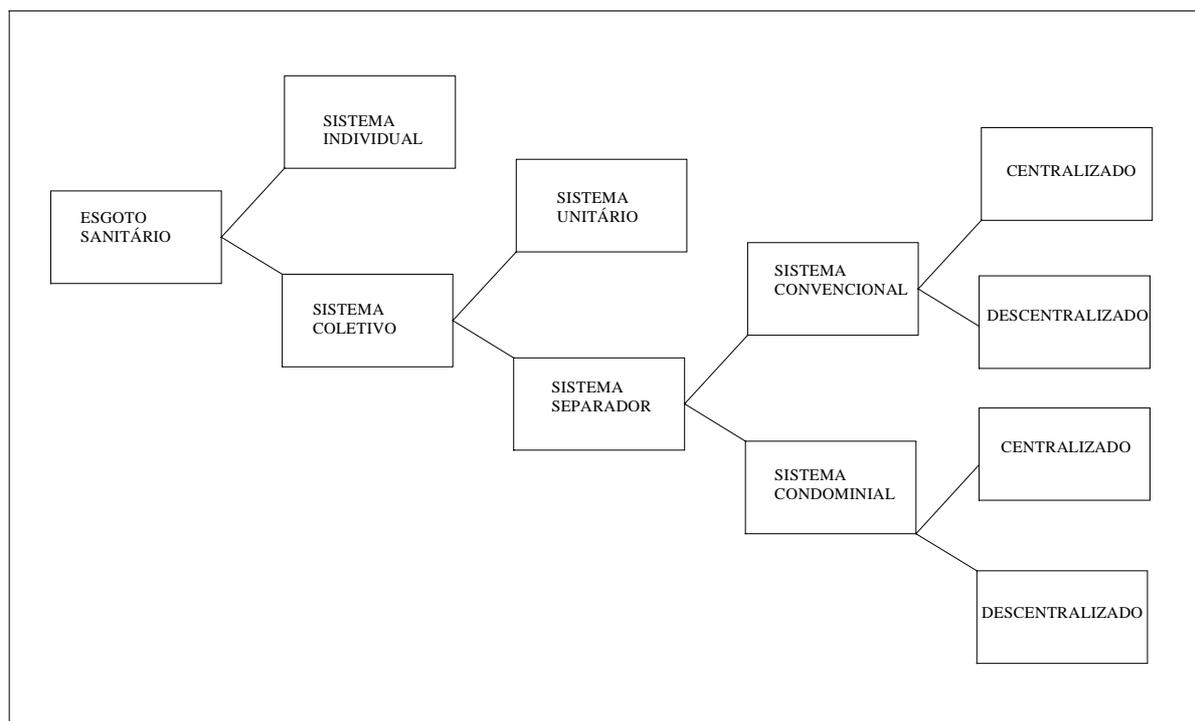


Figura 2.3: Tipos de sistemas de esgoto sanitário. Fonte: BARROS *et alli* (1995), adaptado.

Os sistemas individuais atendem a uma ou poucas unidades habitacionais, lançando os resíduos domésticos geralmente em uma fossa séptica, seguida de um dispositivo de infiltração no solo (sumidouro, valas) ou outro tratamento. Esse sistema é mais adotado em áreas rurais e locais com baixa densidade de ocupação, não sendo atualmente considerado como uma solução definitiva em áreas urbanas. Seu emprego depende ainda das condições do solo (favorável à infiltração, com lençol freático a uma certa profundidade, etc.).

Os sistemas coletivos são indicados quando há maior concentração demográfica, predominando, amplamente, nas áreas urbanizadas. Consistem basicamente de tubulações e outros equipamentos (dispositivos acessórios, bombas), além das unidades de tratamento, que transportam e condicionam os esgotos à sua disposição final, de forma sanitariamente adequada. Os sistemas com fossa séptica, atendendo a um grupo de habitações, estão sendo aqui considerados como sistemas individuais.

Conforme mencionado anteriormente, quando um SES coletivo é projetado para receber conjuntamente esgotos sanitários e águas pluviais, o mesmo é denominado sistema unitário ou combinado. Tal sistema, embora exista em diversos locais, não tem sido empregado no Brasil, devido a uma série de desvantagens, como a necessidade de tubulações com grandes dimensões, inconveniências para a operação de elevatórias e tratamentos, mau cheiro em bocas de lobo, entre outros. Apesar de não previstos, tais sistemas acabam ocorrendo na prática, sempre que um número significativo de ligações irregulares de águas pluviais é feito na rede de esgotamento sanitário, que passa a atuar como um sistema separador parcial.

Já no sistema separador (também denominado sistema separador absoluto), as redes são separadas em rede coletora de esgoto sanitário e rede coletora de águas pluviais. É o sistema atualmente mais empregado, em função de suas vantagens técnicas e principalmente sanitárias. Águas com características diferentes são manuseadas de formas diferentes, em relação à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final. Um subproduto, já citado no sistema separador, são as ligações clandestinas, que lançam esgotos no sistemas de águas pluviais ou vice-versa, trazendo danos a ambos os sistemas.

Um sistema separador pode ser do tipo convencional ou condominial. O sistema convencional é o utilizado na maioria dos municípios para solucionar o problema do esgoto sanitário. Tem como características o fato das redes coletoras situarem-se nas vias de circulação (área pública), recebendo as contribuições das unidades habitacionais (uni-familiares ou multi-familiares) por meio de ligações prediais individualizadas (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

Já o sistema condominial apresenta características técnicas e de implantação diferenciadas. Neste sistema, a menor unidade de atendimento do órgão encarregado de prestar o serviço deixa de ser uma unidade habitacional (uma residência), para ser um condomínio (quadras). Uma parte considerável

da rede é implantada em áreas particulares. A característica principal do sistema condominial é a participação comunitária, o cidadão passa de mero usuário a planejador e operador, as vezes participando até na execução dos serviços (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

Tanto o sistema convencional quanto o condominial pode apresentar características centralizadoras ou descentralizadoras. Um SES centralizador tem a tendência de encaminhar todo o esgoto coletado para um ou poucos pontos de tratamento ou disposição final. Para isso, há necessidade de tubulações de maiores dimensões, outros dispositivos para transporte de esgoto (elevatórias, interceptores e emissários), além de unidades de tratamento de maior porte. Há um aumento no custo do transporte, assim como menor flexibilidade operacional (com maiores impactos nos casos de falhas), embora possa ocorrer algum ganho de escala no tratamento (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

Já um SES descentralizado procura trabalhar com um número maior de unidades de tratamento e disposição final, respeitando principalmente as sub-bacias existentes, diminuindo, assim, o custo de transporte do esgoto. Há uma maior flexibilidade, com menos impactos nos casos de falhas, embora haja uma certa perda de escala, principalmente na implantação e no controle operacional da etapa de tratamento (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

No sistema de tratamento, existem duas situações importantes em termos ambientais, que são advindas de sua existência ou sua ausência. Se o sistema é ausente, como ocorre na maioria das cidades do Brasil, por exemplo, as cargas de esgoto são lançadas *in natura* nos corpos de água, que assim, ficam responsáveis pela depuração da poluição gerada. Os esgotos sanitários, além de introduzirem carga orgânica ao meio ambiente, tem o agravante de conterem organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças (DANIEL, 1997). Se o sistema existe, o problema passa a ser a qualidade do resíduo a ser lançado nos corpos de água, em quais condições e o que fazer

com os lodos gerados durante o tratamento e que possuem grande carga orgânica e compostos nocivos (no caso dos esgotos industriais). As tecnologias para tratamento de esgotos são bastante diversificadas e complexas e foram muito bem sistematizadas por VON SPERLING (1994) e ANDRADE NETO (1997), porém, em virtude dos objetivos do trabalho, não serão abordadas a fundo, no geral serão apresentadas as etapas básicas em que se dividem.

Segundo VON SPERLING (1996), o objetivo principal das etapas de um tratamento de esgotos é alterar determinadas características físicas, químicas e biológicas, com ênfase especial na remoção ou inativação de organismos patogênicos. Esse tratamento pode ser classificado em função do tipo de impureza retirada e do seu grau de remoção, nas seguintes categorias:

- Tratamento preliminar: remove o material mais grosseiro como sólidos suspensos e flutuantes de dimensões maiores;
- Tratamento primário: remove material em suspensão, não grosseiro, que flutua ou decanta, mas que requer o uso de equipamentos com tempo de retenção maior que no tratamento preliminar;
- Tratamento secundário: objetiva, sobretudo, a remoção da matéria orgânica e, em alguma extensão, de nutrientes, através de processos em que predominam as ações biológicas, a partir de microrganismos;
- Tratamento terciário ou avançado: visa remover nutrientes, que normalmente não são retirados nas etapas anteriores, além da matéria orgânica, sólidos suspensos e patogênicos em um grau ainda maior que no tratamento secundário. Esse tratamento é prática usual em nações desenvolvidas com escassos recursos hídricos, já que esse tratamento viabiliza o uso do recurso hídrico para outros fins.

ANDRADE NETO (1997), defende que a simplicidade funcional e a utilização de processos naturais, devem ser características desejáveis para qualquer sistema de tratamento de esgotos. A eficiência de um sistema de tratamento de esgotos e os benefícios que ele pode propiciar, dependem, não

somente do processo escolhido e aplicado, mas, principalmente, dos parâmetros e critérios de projeto adotados, dos cuidados construtivos e dos procedimentos operacionais. Para o autor, grande parte dos problemas operacionais são oriundos da falta de especificações corretas de operação e equipes treinadas especialmente para esta função, sendo necessário adotar tais cuidados para um gerenciamento adequado e competente.

O terceiro e último sistema que corresponde à infra-estrutura necessária para a disposição das águas residuárias provenientes do sistema de tratamento ou não. Geralmente, esses resíduos acabam sendo despejados nos corpos de água, prática que, segundo ANDRADE NETO (1997), surgiu em países economicamente mais desenvolvidos, cujos os fatores de custo da terra e de desenvolvimento tecnológico eram mais marcantes, mas onde havia uma certa ignorância quanto à capacidade de recepção dos esgotos pelos corpos d'água, aparentemente abundantes, sobrepujando a prática de disposição no solo, defendida pelo próprio autor e por outros autores, entre eles, SPIRN (1995) e BUTLER & PARKINSON (1997). Essa defesa surge porque, para os autores essa forma de disposição, é também, uma forma de tratamento, com suas restrições e cuidados, podendo ser tão ou mais eficiente que os sistemas tradicionais de tratamento. Esse incentivo aparece, principalmente, em função da crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos, como fonte de abastecimento de água.

Como desafios a serem enfrentados na gerência do sistema de esgoto sanitário, pode-se colocar o acesso a toda coleta de águas residuárias para todos, a aplicação do tratamento antes da disposição final, a utilização de tecnologias que permitam o reaproveitamento das águas residuárias para usos secundários (irrigação, atividades industriais, transporte de dejetos) e a conservação dos corpos d'água.

2.2.2.3 O sistema de drenagem urbana-SDU

A drenagem urbana tem, como função, possibilitar o adequado escoamento das águas pluviais excessivas, evitando inundações, acúmulos de água parada e o escoamento com velocidade excessiva, reduzindo, assim, os prejuízos sociais, econômicos e sanitários causados pelas inundações.

Para evitar ou diminuir os efeitos das inundações, a ocupação urbana deve ser muito bem planejada. Para isso é necessário o conhecimento de técnicas, que proporcionem benefícios à população com o menor custo possível. Geralmente, as medidas adotadas para resolver os problemas de drenagem urbana são onerosas e não representam uma solução eficaz e sustentável dos seus problemas mais complexos. Soluções eficientes e sustentáveis para esses problemas são aquelas que atuam sobre as causas, abrangendo todas as relações entre os diversos processos.

Para TEIXEIRA *et alli* (1998), a eficácia da drenagem urbana (bem como dos outros sistemas) depende dos seguintes fatores:

“

- *Existência de uma política para o setor que defina os objetivos a serem alcançados e os meios para atingi-los;*
- *Existência de uma política para ocupação do solo urbano, com uma preocupação maior com a ocupação das várzeas de inundação;*
- *Processo de planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazo em toda bacia;*
- *Entidade eficiente que exerça a liderança do setor;*
- *Domínio da tecnologia para planejamento, projeto, construção e operação da obra;*
- *Campanhas de educação e esclarecimento da opinião pública.” (TEIXEIRA et alli, 1998)*

O que mais influi na vazão de escoamento superficial, segundo BOTELHO (1998), FENDRICH *et alli* (1997) e SPIRN (1995), são a percentagem de área impermeabilizada e o tempo de concentração da bacia, fatores esses, atingidos diretamente pela ocupação e uso do solo. Portanto, o planejamento urbano deveria levar em conta, de modo mais abrangente, as características do escoamento de águas pluviais. O sistema de drenagem deve estar

integrado com a urbanização e com as demais obras de infra-estrutura, já que ele interfere, diretamente, nos demais serviços subterrâneos.

De acordo com TEIXEIRA *et alli* (1998),

“...a qualidade do sistema de drenagem determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores. Sempre é possível planejar o sistema de drenagem urbana de forma a diminuir os custos e aumentar os benefícios à comunidade. O sistema de drenagem deve ser incluído no plano urbano de desenvolvimento integrado. Ele deve ser técnico e economicamente eficiente, maximizando os benefícios e minimizando os custos, atendendo às necessidades da comunidade.”

Quando bem projetado, o sistema de drenagem proporcionará vários benefícios indiretos, tais como:

“

- *Redução dos custos de construção e manutenção das ruas;*
- *Benefícios à saúde e segurança pública;*
- *Recuperação de terras inaproveitadas;*
- *Menor custo de implantação de núcleos habitacionais.”* (TEIXEIRA *et alli*, 1998)

Uma planificação da drenagem imprime maior potencial do uso do solo urbano, baseando-se em fatores ambientais, econômicos e sociais. Tal sistema, se elaborado de forma abrangente, traz melhores resultados em relação aos projetos isolados e fragmentados sobre diferentes critérios.

De acordo com FENDRICH *et alli* (1997), a drenagem urbana é dividida principalmente em microdrenagem e macrodrenagem. As obras, tanto de macrodrenagem como de microdrenagem, devem ser analisadas e projetadas conjuntamente no estudo de uma determinada área, já que o sistema de macrodrenagem corresponde aos cursos d'água naturais ou artificiais, nos quais afluem os sistemas de galerias pluviais (microdrenagem).

A microdrenagem é praticamente definida pelo traçado das ruas, considerando a topografia, quadras, sarjetas, bueiros e os condutores. De acordo com BOTELHO (1998), as partes constituintes da microdrenagem são as seguintes:

-
- Transporte: rua, guias e sarjetas;
 - Captação: feita pelas bocas de lobo, recolhendo as águas excessivas (vazão de água superior à capacidade da sarjeta);
 - Tubulações ou galerias: transporta a água até aos fundos de vale (macro drenagem);
 - Poços de visita: local para operações e manutenção das tubulações.

Os elementos componentes da micro drenagem são:

- Trecho carroçável / leito das ruas
- Guias e sarjetas;
- Bocas de lobo;
- Conduitos de ligação;
- Galerias pluviais;
- Poços de visita;
- Órgãos especiais: sifões invertidos, estações elevatórias, estruturas de dissipação de energia e estruturas de junção de galeria.

O traçado das redes de drenagem deve seguir um caminho que contenha as seguintes características:

- Percurso de maior declividade, minimizando as escavações;
- Declividade que proporcione uma velocidade na tubulação, dentro de uma faixa adequada ;
- Passar por ruas nas quais a execução seja menos onerosa.

O sistema de macro drenagem é constituído pelos cursos d'água naturais ou artificiais, para os quais afluem os sistemas de galerias pluviais (micro drenagem). Independentemente da execução das obras específicas de drenagem e da localização da área urbana, a rede física da macro drenagem sempre existe, uma vez que esta é o escoadouro natural das águas pluviais. O

sistema de macrodrenagem também coleta as águas provenientes de regiões em que não há o sistema de microdrenagem (FENDRICH *et alli* (1997)).

Para FENDRICH *et alli* (1997), as obras de macrodrenagem objetivam melhorar as condições de escoamento para atenuar os problemas de erosão, assoreamento e inundações ao longo dos principais canais. As partes constituintes da macrodrenagem são:

- Canais naturais ou artificiais;
- Galerias de grande porte;
- Estruturas artificiais;
- Obras de proteção contra erosão;
- Outros componentes (vias marginais, faixas de servidão).

Além dos dispositivos destinados a recolher e conduzir as águas pluviais, outros equipamentos de drenagem destinam-se a armazenar as mesmas. O objetivo do armazenamento é reduzir ou retardar o deflúvio direto em uma determinada área. O armazenamento, em certas condições, pode reduzir, sensivelmente, o custo total das obras de drenagem. Há vários processos de armazenamento, de redução ou de retardamento do deflúvio direto. Alguns deles estão apresentados no quadro 2.1.

QUADRO 2.1: MEDIDAS PARA REDUÇÃO DO DEFLÚVIO SUPERFICIAL DIRETO URBANO.

ÁREA	REDUÇÃO DE DEFLÚVIO DIRETO	RETARDAMENTO DE DEFLÚVIO DIRETO
Telhado plano de grandes dimensões.	1 – Armazenamento em cisterna. 2 – Jardim suspenso. 3 – Armazenamento em tanque ou chafariz.	1 – Armazenamento no telhado, empregando tubos condutores verticais estreitos. 2 – Aumentando a rugosidade do telhado.
Estacionamento	1 – Pavimento permeável. 2 – Reservatório de concreto ou cisterna sob o estacionamento. 3 – Áreas de armazenamento gramadas em redor do estacionamento. 4 – Valas com cascalho (brita).	1 – Faixas gramadas no estacionamento. 2 – Canal gramado drenando o estacionamento. 3 – Armazenamento e detenção para áreas impermeáveis.
Residencial	1 – Cisternas para casas individuais, ou grupos de casas. 2 – Passeio com cascalho. 3 – Áreas ajardinadas em redor. 4 – Recarga do lençol subterrâneo. 5 – Depressões gramadas.	1 – Reservatório de detenção 2 – Utilizando gramas espessas. 3 – Passeios com cascalho. 4 – Sarjetas ou canais gramados. 5 – Aumentando o percurso da água através de sarjetas, desvios, etc.
Gerais	1 – Vieiras com cascalho. 2 – Calçadas permeáveis. 3 – Canteiros cobertos com palhas ou folhas.	1 – Vieiras com cascalho.

Fonte: CETESB, 1986

De acordo com a CETESB (1986), há várias maneiras de controlar as inundações, podendo-se dividi-las em medidas estruturais e não estruturais. As estruturais são as medidas que alteram o sistema fluvial para evitar os prejuízos causados pelas enchentes; são medidas de caráter corretivo. Já as não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes; apresentam um caráter mais preventivo. Com a utilização do conjunto dessas medidas, pode-se obter um controle sobre as inundações.

As medidas estruturais (obras de engenharia) podem ser extensivas ou intensivas. Elas não são projetadas para dar uma proteção completa. As principais características das medidas estruturais estão no quadro 2.2.

As medidas não-estruturais de inundação podem ser agrupadas em:

- Regulamentação do uso da terra ou zoneamento de áreas inundáveis;
- Construção à prova de enchente;
- Seguro;
- Previsão e alerta.

Como medidas para o planejamento futuro deste sistema, pode-se colocar que a visão integrada, junto com os outros sistemas (abastecimento e esgoto) é primordial para a diminuição dos impactos no próprio meio urbano. E mais do que isso, novas propostas de urbanização devem ser pensadas juntamente com o sistema de drenagem. Numa visão integradora e inter-relacionada, fica a indagação de qual pode ser o futuro dos sistemas de água no meio urbano.

Com essa visão geral dos sistemas urbanos de água, foi possível levantar algumas das principais questões que estão servindo de base para um gerenciamento mais adequado. Entretanto, o planejamento desses sistemas, não pode ser considerado separado, tanto dos outros sistemas que compõem as infra-estruturas das cidades como da população. No primeiro caso, ao considerar as infra-estruturas como elementos presentes em qualquer empreendimento desses sistemas, evita-se que as interferências de um sistema sobre o outro, tragam dificuldades no momento das implantações. Dessa forma, são criadas interfaces de projeto mais racionais e com menos conflitos, facilitando a tomada de decisões a realização de ações preventivas e corretivas. No segundo caso, a conscientização da população, permite que os sistemas sejam usados de modo mais adequado e racional, diminuindo os prejuízos decorrentes de ações predatórias e inconsequentes, que recaem sobre a própria população. Neste caso, ela deveria se fazer presente nas discussões e propostas, entendendo o seu papel dentro da sociedade.

QUADRO 2.2: MEDIDAS ESTRUTURAIS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES

MEDIDA	PRINCIPAL VANTAGEM	PRINCIPAL DESVANTAGEM	APLICAÇÃO
EXTENSIVAS Cobertura vegetal	Redução do pico de cheia	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias
Controle da erosão	Reduz assoreamento	Idem ao anterior	Pequenas bacias
INTENSIVAS Diques e polders	Alto grau de proteção de uma área	Danos significativos caso falhe	Grandes rios
Melhoria do canal - redução da rugosidade por desobstrução	Aumento da vazão com pouco investimento	Efeito localizado	Pequenos rios
- corte do meandro	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio com fundo aluvionar	Área de inundação estreita
Reservatórios - todos os reservatórios	Controle a jusante	Localização difícil	Bacias intermediárias
- reservatórios com comportas	Mais eficiente com o mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de uso múltiplos
- reservatórios para cheias	Operação com o mínimo de perdas	Custo não partilhado	Restrito ao controle de enchentes
Mudança de canal - caminho da cheia	Amortecimento de volume	Depende da topografia	Grandes bacias
- desvios	Reduz vazão do canal principal	Idem ao anterior	Bacias médias e grandes

Fonte: CETESB, 1986

2.3 ANÁLISES E AVALIAÇÕES DE PROJETOS

Com o aprimoramento e a complexidade dos vários sistemas, projetos, empreendimentos e atividades que compõem o cenário do meio urbano, a busca por parâmetros de análise e avaliação se faz necessária, para um melhor equilíbrio entre as exigências que porventura venham a surgir.

A análise e a avaliação são ferramentas de suporte para diferentes momentos decisórios. Como exemplo, elas podem balizar a definição inicial da implantação de uma obra ou serviço, a elaboração de um programa balizador de um projeto, a execução do próprio projeto, ou ainda, com a sua utilização durante o uso ou a ocupação, parametrizar novos projetos semelhantes.

Os projetos dos sistemas urbanos de água, assim como os de urbanismo, em geral, atuam sobre um objeto complexo e vinculado a uma extensa gama de atores sociais. Essas duas características requerem um método, para sua análise, que seja sistêmico e que satisfaça os múltiplos objetivos dos diferentes agentes intervenientes.

Os projetos, com seus desenhos e textos, devem ser claros e objetivos, bem como a avaliação. A constituição de um sistema de análise e avaliação que acompanhe as diferentes etapas do projeto (concepção, execução e uso) de forma articulada, torna-se, portanto, um importante instrumento de melhoria e aperfeiçoamento de processos projetuais (TEIXEIRA *et alli*, 1998).

No contexto do presente trabalho, a importância de sistemáticas de avaliação que incorporem muitas das questões levantadas nos itens anteriores, é de grande importância, principalmente aquelas que tenham as cidades como objeto de estudo. Outro ponto de referência para estas questões é o meio ambiente, enquanto objeto de estudo que sofre interferências das atividades urbanas. Nesse aspecto, a importância dos métodos de avaliação de impacto

ambiental passa a apresentar grande peso, como referência para o estudo da cidade e da sua sustentabilidade.

Ao unir a avaliação de impacto ambiental dentro de um cenário urbano e os parâmetros de sustentabilidade para o mesmo, surgem diversos trabalhos com objetos de intervenção diferentes, dentro da cidade, porém, com propostas semelhantes para a melhoria da qualidade de vida nesse meio. Como exemplo, pode-se citar alguns trabalhos desenvolvidos:

- RIBEIRO (1998), que estudou a viabilidade de aplicação de matrizes, procurando fazer uma avaliação dos impactos ambientais em assentamentos urbanos;
- IQVU-Índice de Qualidade de Vida Urbana desenvolvido em Belo Horizonte-Brasil, onde, através de índices que cobrem os mais variados aspectos de interesse para a população, é feita uma comparação entre os vários setores da cidade, identificando as carências e problemas para um planejamento mais racional (NAHAS & MARTINS, 1995);
- BORJA (1998), que apresenta uma metodologia para a avaliação da Qualidade Ambiental Urbana-QAU, a partir de um sistema de indicadores ambientais urbanos, para a definição de prioridades de investimentos públicos;
- LIMA FILHO & HELLER (1997) apresenta a proposta metodológica para a construção de um modelo para a identificação de índices, que caracterizem o estágio de desenvolvimento e a qualidade do meio ambiente de um espaço urbano;
- MAIS-Modelo de Avaliação de Impactos Sócio-Ambientais, para a aplicação em programas e projetos de saneamento, objetivando aferir resultados e mensurar impactos e efeitos sócio-ambientais de

intervenções sanitárias, para a otimização de recursos e maximização de benefícios, com ênfase na produtividade, qualidade e sustentabilidade das intervenções (OLIVEIRA *et alli*, 1998).

Além das experiências nacionais, podem ser citadas algumas internacionais, principalmente, vinculadas à elaboração de indicadores de desenvolvimento sustentável, como por exemplo: SUSTAINABLE SEATTLE (1998), nos Estados Unidos; DETR (1998), com a experiência inglesa e o Canadá (IISD, 1999).

2.3.1 A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SEUS INSTRUMENTOS COMO REFERÊNCIA PARA A ANÁLISE DE PROJETOS

Inserindo as principais questões dos sistemas de água no meio urbano, junto a uma crescente preocupação da sociedade com os problemas ambientais e as limitações das análises de custo / benefício como critério único para a definição de empreendimentos públicos e privados, surge a necessidade do desenvolvimento de sistemas e metodologias de análise de projetos e empreendimentos mais amplos. Segundo ANDREOLI *et alli* (1998), ao ser inserida a variável ambiental na avaliação de projetos, ainda nos anos sessenta, uma importante ferramenta surge para atender a uma demanda cada vez mais presente : a Avaliação de Impacto Ambiental ou AIA.

Dessa forma, no final de 1969 os Estados Unidos da América instituíram, a avaliação de impacto ambiental, com a aprovação do *National Environmental Policy Act*. Seis anos e meio após, na França, a *Loi relative à la protection de la nature*, aprovada em julho de 1976, estabeleceu a necessidade de estudos prévios dos efeitos previstos sobre o ambiente. Essa lei foi detalhada por diversas normas legais, expedidas até 1979, quando se tornou um instrumento necessário para avaliar, entre outros sistemas da

estrutura urbana, as estações de tratamento de esgoto, as obras viárias e o urbanismo (MOREIRA, 1989; ROHDE, 1988).

A avaliação de impacto ambiental é também parte integrante dos estudos de impactos ambientais, que de acordo com CHRISTOFOLETTI (1999),

"... constituem instrumentos que integram o conhecimento adquirido na análise de sistemas ambientais com os objetivos das políticas de planejamento e manejo dos recursos, procurando coordenar a implantação da alternativa de melhor uso por meio de uma avaliação antecipativa. O conhecimento adequado dos sistemas ambientais possibilita compreender suas reações perante os impactos causados pelos projetos sócio-econômicos e avaliar os benefícios e os malefícios a curto, médio e a longo prazo."

No Brasil, com a primeira resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em 1986, amplia-se a obrigatoriedade de elaboração de estudo e de avaliação de impacto ambiental, listando, a título de exemplo, as obras e as atividades que o demandariam.

Assim, por definição, a Resolução 001/86-CONAMA considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (SUREHMA, 1992).

De acordo com a SUREHMA (1992), a avaliação de impacto ambiental possui caráter preventivo, subsidiando os processos de decisão de órgãos públicos ou empresas, como instrumento de gestão ambiental. Outra característica é decorrente do fato de ser um instrumento decisório, pois, teria a função de subsidiar o processo de escolha da melhor alternativa, quer seja locacional, quer de processo, confrontando com a alternativa zero, da não execução da obra.

O processo de avaliação de impactos ambientais apresenta diversas etapas, que ,geralmente, consistem em delimitar a área a ser estudada e na definição do problema; identificar os efeitos ambientais mais prováveis; prever a magnitude dos impactos prováveis; avaliar a significância dos impactos ambientais prováveis para cada alternativa de desenvolvimento e comunicar os resultados da avaliação de impactos ambientais, incluindo recomendações sobre as melhores alternativas. Porém CHRISTOFOLETTI (1999), pondera que a aplicabilidade da avaliação de impactos ambiental não pode apenas se restringir ao diagnóstico, análise e avaliação. Os estudos necessitariam ter uma finalidade, metas em função das quais se estruturariam. Por essa razão, a avaliação de impactos constitui,

"...processo para o manejo de recursos e planejamento ambiental visando fornecer as metas da sustentabilidade." (SMITH, 1993 in CHRISTOFOLETTI, 1999)

Com relação aos projetos e empreendimentos, a forma de abordagem para a escolha daqueles que mereçam uma investigação detalhada e sistemática de seus impactos ambientais, pode estar baseada em um ou mais dos seguintes critérios colocados pela SUREHMA (1992):

*"-Potencial de impacto das ações a serem levadas a efeito nas diversas fases da realização do empreendimento, em geral definido pelo tipo ou gênero de atividade;
- O porte do empreendimento, que pode ser caracterizado pela área de implantação, a extensão, o custo financeiro, a intensidade de utilização dos recursos ambientais;
- A situação da qualidade ambiental da provável área de influência, determinada por sua fragilidade ambiental, seu grau de saturação em relação a um ou mais poluentes, seu estágio de degradação."*

A mesma fonte, a título de exemplo, apresenta uma listagem no quadro 2.3 de atividades modificadoras do meio ambiente, da qual se destaca, para este trabalho, as atividades ligadas as obras de saneamento.

QUADRO 2.3: ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO AMBIENTE NO ESTADO DO PARANÁ.

<p>a) Transporte e Transmissão</p> <ul style="list-style-type: none"> rodovias ferrovias hidrovias metropolitanos, ferrovias urbanas oleodutos gasodutos minerodutos linhas de transmissão torres de transmissão estações de transmissão de energia elétrica 	<p>f) Obras de Saneamento</p> <ul style="list-style-type: none"> sistemas de abastecimento de água sistemas de esgotamento sanitário sistemas de drenagem estações de tratamento de água estações de tratamento de esgotos adutores troncos coletores de esgotos emissários barragens de captação e reservação dragagem de corpos d'água retificação de rios aterros sanitários aterros de resíduos industriais incineradores de resíduos hospitalares incineradores de produtos tóxicos e perigosos usinas de compostagem de lixo urbano garagens de empresas de lixo urbano
<p>b) Usinas de Geração de Energia</p> <ul style="list-style-type: none"> hidrelétricas termoelétricas termonucleares 	<p>g) Urbanização</p> <ul style="list-style-type: none"> pólos industriais distritos industriais pólos turísticos loteamentos, condomínios desmembramentos aterros, aterros hidráulicos obras de contenção de encostas conjuntos habitacionais hotéis clubes camping marinas piers e cais residências
<p>c) Instalações Terminais</p> <ul style="list-style-type: none"> portos aeroportos terminais de minério terminais de petróleo e derivados helipontos garagens terminais rodoviários 	<p>h) Comércio e Serviços</p> <ul style="list-style-type: none"> hospitais supermercados centros comerciais cemitérios lavanderias armazenagem de produtos tóxicos e perigosos
<p>d) Extração Mineral</p> <ul style="list-style-type: none"> areia argila, saibro pedreiras de brita pedreira de bloco carvão mineral chumbo turfa calcário petróleo e gás natural amianto xisto outros minerais e minérios 	<p>i) Indústrias de Transformação (todos os gêneros)</p>
<p>e) Agropecuária</p> <ul style="list-style-type: none"> obras de irrigação e drenagem reflorestamento econômico extração de madeira e carvão vegetal plantações extensivas criação de animais parcelamentos agrícolas aqüicultura 	

Fonte: SUREHMA (1992)

RIBEIRO (1998), observa que a prática dos estudos de impacto ambiental para o estudo do meio urbano, tem sido direcionada para a análise de projetos, considerando os impactos isoladamente, lembrando que outro problema deste instrumento são as excessivas preocupações de cunho ecológico-preservacionista, na eleição das variáveis a serem empregadas no processo, que acabam tendo pouca interação com os demais instrumentos de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano.

Assim, propõe-se que a forma de abordagem seja diferente, adaptando o instrumento dentro de métodos mais coerentes com a realidade do meio urbano. Sugere, por exemplo, a proposta de um novo conceito, o desempenho ambiental, delineado a partir da noção de desempenho urbano e de impacto ambiental urbano, cujas variáveis de análise são respectivamente relativas à forma urbana e ao meio físico natural, enquanto suporte das atividades produzidas pela urbanização.

Outro autor, MACHADO (1989) in FIGUEIREDO (1994), cita uma importante análise de CLAUDE LAMBRECHTS e MICHEL PRIEUR sobre o estudo de impacto ambiental no planejamento:

“O inconveniente de um estudo sobre um projeto é que freqüentemente não se pode constatar senão uma situação encontrada, sem ser possível proporem-se verdadeiras alternativas. Poder-se-ia discutir o traçado de uma auto-estrada, com a mudança de alguns quilômetros, mas os inconvenientes ecológicos subsistiriam, quando teria sido possível em um estudo mais global em termos de planejamento dos transportes, medir mais adequadamente as influências sobre o ambiente de uma rede de auto-estradas em relação ao desenvolvimento das estradas de ferro ou do aperfeiçoamento da rede rodoviária existente. O mesmo exemplo pode ser dado a propósito da construção de uma central nuclear, cujo impacto local sobre o ambiente não é problema principal, mas o impacto global do nuclear frente a outras fontes de energia. Parece, pois, necessário preconizar, de modo indissolúvel, o estudo de impacto no plano dos projetos como a nível dos planejamentos.”

Complementando o que foi dito anteriormente, TEIXEIRA *et alli* (1998) observam que, uma leitura crítica da prática de aplicação de métodos de análise e avaliação em projetos de engenharia urbana aponta para a ausência de algumas ações, que deveriam estar contempladas nos seus procedimentos:

“

- A incorporação de um sistema de auto-avaliação do método;
- A verificação contínua de sua consistência em relação à realidade;
- A fácil operacionalidade em sua manipulação;
- A preocupação da precisão na definição de critérios e dos índices e parâmetros correspondentes;
- A verificação da confiabilidade das fontes e a necessidade de, às vezes, confrontar-se fontes diferentes;
- A compatibilização dos dados e informações das variáveis, inclusive de suas unidades, objetivando a multi-utilização e garantindo a possibilidade de diálogo entre elas;
- A articulação e a interdependência entre os temas avaliados.” (TEIXEIRA *et alli*, 1998)

Os autores reforçam, ainda, que sempre deve estar presente o fato de que nenhum problema existe isoladamente, tanto os relacionados ao meio urbano como os relacionados ao ambiente natural. Deve-se buscar a interação e a integração nas análises, bem como a proposição de soluções combinadas nos projetos.

Dessa forma, assim como não existem problemas isolados, não se pode afirmar que dentre os métodos de AIA existentes, existe aquele que se aplique a todo e qualquer estudo de impacto ambiental. Porém, a combinação de alguns métodos pode auxiliar, de modo complementar, numa sistemática que permita avaliar possíveis interações entre características em estudo e subsidiar processos mais complexos, como uma etapa intermediária da sistemática de avaliação.

Alguns métodos são valiosos, por exemplo, para a comparação de alternativas de projeto. Outros favorecem a integração das pesquisas setoriais, problema freqüente a ser enfrentado pelos coordenadores técnicos dos estudos, principalmente no caso da avaliação de projetos de grande porte. De modo sistemático são apresentados, segundo a SUREHMA (1992), os tipos clássicos de métodos de AIA:

“

- **Métodos Ad Hoc** : reunião de especialistas com profissionais de diversas áreas. Aplica-se para avaliações de curto prazo e quando há carência de dados. Apresenta, como vantagem, a rapidez e o baixo custo, porém não promovem a análise sistemática dos impactos e os resultados possuem um alto grau de subjetividade e fundamento técnico-científico deficiente;
- **Listagens de Controle**: podem ser simples, descritivas, escalares e escalares ponderadas. A primeira constitui-se de listas de fatores ambientais, às vezes associados a parâmetros e ações do projeto, sendo aplicada para o diagnóstico ambiental da área de influência. A segunda é composta pelas listas, mais a orientação para análise dos impactos (fontes de dados, técnicas de previsão, questionários), sendo aplicada para o diagnóstico ambiental da área de influência e análise dos impactos. A terceira é formada por listas, mais escalas de valores para fatores e impactos ambientais, sendo utilizada para o diagnóstico ambiental e a comparação de alternativas. E a quarta e última, é semelhante às escalares, incorporando o grau de importância dos impactos, e utilizada para o diagnóstico ambiental, a valoração dos impactos e a comparação das alternativas. De um modo geral, todas elas ajudam a lembrar todos os fatores ambientais que podem ser afetados, evitando omissões de impactos ambientais relevantes. Porém, não identificam impactos diretos ou indiretos;

não consideram características temporais dos impactos, nem espaciais; não analisam as interações dos fatores ou dos impactos ambientais; não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais; quase nunca indicam a magnitude dos impactos, substituindo-a por símbolos; os resultados são subjetivos;

- **Matrizes de interação ou co-relação:** *são listagens de controle bidimensionais dispostas nas linhas os fatores ambientais e nas colunas as ações do projeto, com cada célula de interseção representando a relação de causa e efeito geradora do impacto. São aplicadas para a identificação dos impactos ambientais diretos. Possuem boa disposição visual do conjunto de impactos diretos, simplicidade de operação e baixo custo. Não identificam os impactos indiretos; não consideram as características espaciais dos impactos; a atribuição da magnitude é subjetiva, através do uso de valores simbólicos para expressá-la; não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais;*
- **Redes de interação:** *gráfico ou diagrama representando cadeias de impacto gerados pelas ações do projeto. São aplicadas na identificação dos impactos ambientais diretos e indiretos (secundários, terciários, etc). Permite que se faça uma abordagem integrada, na análise dos impactos e suas interações, além de permitir uma facilidade de troca de informações entre disciplinas. Não destacam importância relativa dos impactos; não consideram aspectos temporais e espaciais dos impactos; não prevêem cálculo de magnitude; não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais;*
- **Superposição de cartas:** *preparação de cartas temáticas em transparência; síntese das interações dos fatores ambientais por superposição das cartas ou processamento no computador. É aplicada em projetos lineares para a escolha de alternativas de menor impacto e para diagnósticos ambientais. Apresenta boa disposição visual e seus dados são mapeáveis. Porém, existe subjetividade nos resultados; não quantifica a magnitude dos impactos; não admite fatores ambientais, não mapeáveis, apresenta difícil integração de impactos sócio-econômicos; não considera a dinâmica dos sistemas ambientais;*
- **Modelos de simulação:** *são modelos matemáticos computadorizados, que representam o funcionamento dos sistemas ambientais. São utilizados para diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental da área de influência, para a comparação de alternativas-cenários e em projetos de grande porte. Considera a dinâmica dos sistemas ambientais; a interação entre fatores e impactos e a variável temporal; promovem troca de informações e interações das disciplinas e fazem o tratamento organizado de grande número de variáveis qualitativas e quantitativas. A representação pode ter qualidade imperfeita, apresenta custo elevado e demanda o uso de computadores, o que leva ao treinamento de pessoal qualificado.” (SUREHMA, 1992).*

Dentre os vários tipos de métodos apresentados, segundo a SUREHMA (1992), as matrizes de interação ou co-relação, tem sido largamente utilizadas na etapa de identificação dos impactos dos estudos de impacto ambiental. Funcionam como listagens de controle bidimensionais, dispostas ao longo de seus eixos, vertical e horizontal, as ações de implantação do projeto e os fatores ambientais que poderão ser afetados, permitindo assinalar, nas quadrículas correspondentes às interseções das linhas e colunas, os impactos de cada ação sobre os componentes por ela modificados. Completada a matriz,

pode-se, então, apreciar o conjunto de impactos gerados pelo projeto, destacando-se as ações que provocam maior número de impactos e que devem ser objeto de atenção ou mesmo de substituição por ações alternativas menos impactantes. Pode-se, também, observar o conjunto de ações que afetam os fatores ambientais considerados relevantes.

Apesar da funcionalidade das matrizes, DEVUYST (1993) in CHRISTOFOLETTI (1999), observa que elas apresentam problemas ao lidar com o objeto de estudo, como os já citados anteriormente. Por causa disso precisam ser complementadas com o uso de outros instrumentos e procedimentos.

Para a utilização de matrizes na avaliação de impactos ambientais urbanos, RIBEIRO (1998) defende a sua eficiência, desde que algumas condições sejam observadas:

“

- *As matrizes de interação são métodos, e não metodologias para avaliação de impactos ambientais, devendo se possível, serem auxiliadas por outros instrumentos para interpretação/representação e diagnóstico da situação ambiental;*
- *As matrizes devem ser usadas como método de identificação, valoração e avaliação das interações causa-efeito, e não como meios de representação gráfica;*
- *Não devem ser únicas ou muito extensas, pois dificultam a visualização do processo global; no entanto, podem ser divididas em etapas e classificadas conforme a hierarquia das variáveis, facilitando a compreensão da dinâmica dos sistemas ambientais e possibilitando a redução de fatores;*
- *A aplicação deve ser precedida de critérios específicos, claros e objetivos para classificação dos impactos, se possível, que não ofereçam margem de dúvida durante a avaliação;*
- *Disponibilidade de dados/informações confiáveis;*
- *Determinação de classes de variáveis (condicionantes locais; processos tecnológicos / processos ambientais), que representem / sintetizem a complexidade do problema.” (RIBEIRO, 1998).*

TEIXEIRA *et alli* (1998) observam que um importante instrumento de análise são os fluxogramas ou redes de interação. Através desses, pode-se detectar a relação em cadeia das ações ou dos efeitos do projeto em pauta. O diagrama de sistema representa uma situação particular de rede de interação.

Nele, em geral, avalia-se o projeto a partir do fluxo dos elementos de ligação entre os seus componentes tais como o da energia. Os fatores causais externos, o ocorrido durante o processo *in put* e *out put*, os caminhos e os impactos internos são identificados e mensurados sob a mesma unidade, tendo o resultado final expresso pelo efeito combinado de todos os impactos. O diagrama de sistema é considerado como limitado à análise sobre sistemas naturais. Considerada um instrumento essencial a toda análise de impactos, a rede de interação caracteriza-se pela sua fácil visualização, por possibilitar uma abordagem integrada e por abranger as relações indiretas e não lineares existentes.

Os processos de avaliação de impacto ambiental podem ser considerados demasiadamente trabalhosos, pois, segundo RIBEIRO (1998), fundamentam-se num modelo universal para estudar impactos ambientais, desagregado da especificidade de cada caso. É necessária uma coleta e manipulação de grande quantidade de dados, envolvendo conhecimentos multi e interdisciplinares, que pesam sobre as decisões a serem tomadas.

Explica ainda que, independente do método utilizado, existem vantagens e desvantagens, quer esteja utilizando uma matriz de análise, quer esteja utilizando redes de interação, porém a dificuldade de avaliação de impacto ambiental reside, segundo a autora, na complexidade do caso analisado, na indisponibilidade de informações, fatores, parâmetros e condições técnicas.

Qualquer avaliação tende a levar, naturalmente, à definição e utilização de indicadores para monitorar os parâmetros e fatores considerados. No presente caso, entretanto, o método não chegou a contemplar a definição de tais indicadores, embora os mesmos tenham sido mencionados em alguns momentos (por exemplo, nas fichas de caracterização a serem apresentadas no capítulo seguinte). Deste modo, apesar de não serem parte integrante do

Método até o momento, algumas considerações serão feitas a seguir a respeito dos indicadores.

2.3.2 INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os indicadores ambientais e de sustentabilidade surgem em diversos países como consequência das recomendações da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) de 1992 e das diversas outras posteriores. Baseiam-se, principalmente, em variáveis e índices levantados de acordo com os objetos de preocupação dos governos (habitação, meio-ambiente, população, etc). Alguns exemplos de países que estão desenvolvendo estes indicadores são: o Canadá, a Holanda, a Espanha, a Inglaterra, a Suécia e os Estados Unidos da América.

Segundo a Agenda 21 (CNUMAD, 1996) e também de acordo com o GRC (1995), os indicadores de desenvolvimento sustentável servem para:

- A formação de uma base sólida para a tomada de decisões em todos os níveis : tendo como objetivos a coleta e avaliação de dados mais pertinentes e eficazes, em relação aos custos por meio de melhor identificação dos usuários, tanto no setor público quanto no privado, e de suas necessidades de informação nos planos local, nacional, regional e internacional;
- Desenvolver ou fortalecer os meios locais, provinciais, nacionais e internacionais : garantindo que a planificação do desenvolvimento sustentável em todos os setores se baseie em informação fidedigna, oportuna e utilizável;
- Tornar a informação pertinente acessível : na forma e no momento em que for requerida para facilitar o seu uso.

A SUSTAINABLE SEATTLE (1998), define, simplificadamente, os indicadores de desenvolvimento sustentável como “fragmentos” de informação que salientam o que está acontecendo em um sistema mais amplo. Eles são pequenas janelas que, juntas, produzem uma visão da “figura completa”.

MITCHELL (1999), faz algumas observações importantes sobre problemas enfrentados no desenvolvimento dos indicadores. Segundo o autor, simples representações que agreguem índices de desenvolvimento sustentável, projetados essencialmente para uso em escala nacional, não são prontamente aplicáveis localmente. Dessa forma, tornam-se um guia fraco para que decisões sejam tomadas em escala local. Quando um conjunto de indicadores é desenvolvido, existe uma incompatibilidade dentro de seu próprio conjunto, existindo um perigo de que, sem a aplicação de um método claro, os indicadores sejam elaborados num padrão *ad hoc*, sem a plena consideração dos princípios chave do desenvolvimento sustentável ou das características dos indicadores.

Outro ponto é compartilhado pelo DETR (1998), MITCHELL (1999) e o GRC (1995), que colocam a importância dos indicadores no fornecimento e facilidade de aproveitamento de informações pois, geralmente, existe uma enorme quantidade de dados disponibilizados e poucos deles acabam se convertendo em informação utilizável.

Citando OTT (1978), MITCHELL (1999), ainda faz algumas complementações sobre a função dos indicadores, entre elas, de que teoricamente, um índice ou indicador é um valor que se obtêm para reduzir uma grande quantidade de dados, através de uma informação mais simples, conservando os significados essenciais para as questões que são feitas para os dados. Resumindo, um índice é feito para simplificar. Porém, como em todo processo de simplificação, perde-se um pouco da informação. Assim, espera-se, que, se o índice é projetado corretamente, a informação perdida não provocará distorção para as respostas.

Segundo MITCHELL (1999), nenhum indicador é perfeito e o preço a pagar para a extração da informação, a partir do dado disponível, é a provável distorção daquele dado. Tal fato é particularmente relevante para os indicadores de desenvolvimento sustentável, onde o dado escolhido pode não estar disponível e então medidas substitutivas devem ser tomadas. Assim, cuidados na sua elaboração são essenciais.

Tanto para MITCHELL (1999), como para o DETR (1998), um dos passos mais importantes para a mensuração do desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento de métodos para a "contabilização verde" (*green accounting*) que inclua a avaliação ecológica e o estoque de recursos no sistema de contas nacionais. Porém, a utilização de indicadores econômicos agregados, tais como o PNB, não são medidas adequadas para a mensuração do desenvolvimento sustentável, principalmente na avaliação de bens comuns, fora da escala de mercado, como o ar limpo, paisagens e vida selvagem, por que não conseguem capturar as complexidades dos ecossistemas e os problemas para o esclarecimento da equidade social.

Outro ponto colocado pelos autores é que um conjunto de simples indicadores de desenvolvimento sustentável complementa o uso de simples índices agregados e são essenciais para promover o desenvolvimento sustentável localmente. Entretanto, indicadores produzidos por um grupo são sempre considerados insatisfatórios para outro grupo, tornando-se obsoletos; assim, nenhum conjunto comum de indicadores acaba sendo totalmente implantado. De acordo com os autores, principalmente MITCHELL (1999), as razões para isso são:

-
- A diversidade geográfica das cidades, e a relação cidade-campo: muitos grupos que procuram o desenvolvimento sustentável irão considerar o conjunto de indicadores existentes inapropriados para a sua localidade;
 - As necessidades variam entre os grupos de pessoas (tanto para aqueles que desenvolvem os indicadores como os usuários): alguns indicadores devem ser selecionados para que forneçam reflexões verdadeiras dos interesses locais e da diversidade cultural. Entretanto, deveria ser possível identificar um conjunto principal de indicadores comuns para toda a localidade, tratando das relações entre a sustentabilidade global;
 - Os indicadores existentes são ocasionalmente considerados inadequados: devido às dificuldades técnicas com a falta de dados disponíveis.

MITCHELL (1999), complementa estes pontos dizendo que um bom indicador é suficientemente trabalhoso, quando o objeto de estudo é bem conhecido, mas é particularmente difícil no caso dos indicadores de desenvolvimento sustentável dar a natureza complexa e multi-facetada das questões da sustentabilidade. Isto por que envolvem fatores diversos e correlacionados, dificultando a elaboração dos indicadores. A identificação dos indicadores pode ser garantida, desde que as equipes das organizações responsáveis pelo seu desenvolvimento, sejam adequadamente instruídas sobre a sustentabilidade e as características dos indicadores. Para o autor, este processo deve ser assistido pela aplicação de um método adequado de avaliação de desenvolvimento sustentável, capaz de guiar os envolvidos através do processo de identificação dos indicadores. Esta consideração é de grande importância para o presente trabalho porque acaba reforçando os seus pressupostos.

E para finalizar segue uma relação das características que os indicadores deveriam possuir, apresentadas por TEIXEIRA et alli (1998) e com alguns pontos em comum com SUSTAINABLE SEATTLE (1998) e o GRC (1995):

- Fácil interpretação;
- Mostrar as tendências através do tempo;
- Compatibilidade com a escala espacial ao qual está aplicado;
- Comparações com outras situações no tempo e no espaço;
- Referência em um parâmetro acessível;
- Contemplar a inter-relação dos fatores internos;
- Relacionamento de custos e benefícios ambientais com os econômicos;
- A consideração simultânea de fatores humanos e ecológicos;
- A incorporação da dimensão do longo prazo.

3. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE PROJETOS

O Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Projetos utilizado nesta pesquisa é baseado no Método desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar pelo Grupo de Planejamento Estratégico e Sustentável do Meio Urbano – PESMU (SILVA *et alli*, 1999), cuja finalidade era elaborar uma sistemática de análise e avaliação da sustentabilidade ambiental de projetos ligados ao urbanismo e aos sistemas de saneamento, com enfoque nos denominados sistemas urbanos de água (abastecimento, esgotamento e drenagem de águas pluviais).

No presente trabalho a avaliação do Método ocorre a partir da análise de projetos de sistemas urbanos de água, que constituem o foco de interesse. Desta forma, na fase de análise, em especial na utilização da matriz, o urbanismo e seus sistemas componentes são suprimidos sem que ocorra qualquer tipo de alteração na forma de utilização do Método.

A elaboração do Método foi resultado das seguintes fases:

- Pesquisa bibliográfica: levantamento de informações e dados sobre desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e sistemas urbanos de água, métodos para avaliação de projetos e das técnicas de saneamento (TEIXEIRA *et alli*, 1998);
- Análise do material obtido, identificação dos procedimentos e sistematização das informações e dados coletados na fase anterior;
- Definição do método e da abordagem de análise e avaliação (SILVA *et alli*, 1999).

3.1 ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO

O Método foi estruturado por instrumentos e procedimentos, empregados em diferentes etapas do processo de análise. Estes instrumentos devem ser utilizados em conjunto para formar uma visão da tendência do projeto em estudo em relação ao seu enquadramento nos pressupostos da dimensão ambiental da sustentabilidade. Nesta dimensão é dado enfoque especial a utilização dos recursos naturais existentes nos diferentes ecossistemas, com um nível mínimo de depleção do seu potencial. Essa limitação deve se pautar pelo grau de disponibilidade do recurso em relação à escala temporal da necessidade humana, assegurando também a recuperação de ambientes degradados. Preconiza ainda, a promoção de tecnologias mais compatíveis com a eficiência na utilização de recursos e com a redução dos rejeitos.

Com base nestas considerações, foram listados, como eixo condutor de diretrizes básicas para o Método, os seguintes tópicos:

- **Renovação dos recursos naturais:** considerada de acordo com a reprodução das condições naturais na medida de sua requisição pelo homem. Essa medida altera-se de acordo com a relação entre a tipologia de uso e capacidade do recurso, devendo no entanto, ser assegurada no mínimo para as próximas gerações. Como essa renovação está sujeita às condições de disponibilidade e de consumo ela implica nas noções de fluxo e de variabilidade;
- **Predominância de resultados positivos na soma dos impactos causados pela interação homem e meio ambiente:** as ações antrópicas são passíveis de se concretizarem pautando-se por uma coexistência menos predatória com os ecossistemas e propiciando um ambiente mais adequado para a manutenção de todas as expressões de vida. Esta conduta pressupõe a conservação, ou quando necessário a preservação, dos ecossistemas

frágeis ou de especial interesse, com a utilização de atividades de baixo impacto;

- **Não geração de rejeitos:** os fluxos abertos dos sistemas antrópicos frequentemente geram desperdícios nas formas de apropriação além de produzirem resíduos nas formas de destinação dos recursos naturais. Se concebidos como fluxos fechados, esses rejeitos seriam considerados enquanto recursos e passariam a integrar os ciclos funcionais;
- **Reinserção dos sistemas degradados:** essa variável considera a recuperação de ambientes que foram alterados negativamente, resgatando um débito gerado pelo homem em um momento anterior. Ao aplicar-se essa assertiva às intervenções no meio urbano, obtém-se um quadro que envolve a despoluição de corpos d'água e de solos contaminados, a reincorporação da cobertura vegetal nativa, onde essa ação for pertinente e a promoção de medidas capazes de melhorar a qualidade do ar.

A partir dessas diretrizes foi realizado um refinamento, do qual, oito categorias de variáveis de controle foram retiradas, sendo elas respectivamente:

1. **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais:** que se refere à compatibilização entre a utilização dos recursos naturais e a sua disponibilidade; apresenta-se subdividida em: Solo, Água, Vegetação e Ar; os quais são abordados (exceto este último) sob os aspectos quantitativos e qualitativos;
2. **Clima:** refere-se a variação do conforto ambiental causado pela modificação do microclima devido a implantação do projeto;
3. **Energia:** embora obtida a partir de recursos naturais, por suas características específicas é abordada de forma separada, considerando

aspectos relacionados ao consumo e à tipologia das fontes a serem utilizadas;

4. **Resíduos:** refere-se à minimização dos resíduos, pela implementação de práticas de redução, reutilização e reciclagem, bem como o tratamento e disposição adequados dos mesmos;
5. **Distribuição Espacial:** refere-se à aproximação com os ciclos naturais quanto à sua dinâmica mais dissipativa e menos convergente, em que se tem como parâmetro, as alternativas pouco concentradoras que apresentem caráter mais disperso. Apresenta-se subdividida em Ambiente Construído e Águas Residuárias e Pluviais;
6. **Ecosistemas de Especial Interesse:** são considerados os sistemas ecológicos que apresentam, no todo ou em algum elemento que o compõe, alta possibilidade de dano grave ou irreversível. São também considerados nesse item, os sistemas ecológicos que apresentem um especial interesse ambiental na sua preservação ou conservação. Apresenta-se subdividida em: Ecosistemas Frágeis e Ecosistemas Protegidos;
7. **Benefícios Ambientais:** refere-se à verificação da existência de ações que resultem em impactos positivos no meio ambiente. Trata-se da incorporação de práticas não predatórias e o estabelecimento de ações que visem a construção de uma interação positiva entre o Homem e a Natureza;
8. **Riscos Ambientais:** refere-se ao grau de possibilidade de ocorrência de dano ao meio ambiente ou à vida humana decorrente de uma relação adversa e não prevista entre as características da ocupação humana do meio natural.

Essas variáveis de controle foram decompostas em fatores, especificando quais os aspectos que são os objetos de análise e avaliação de cada variável. A estruturação desses fatores é a seguinte:

a) Capacidade de suporte dos recursos naturais

Solo: Erosão, Contaminação;

Água: Disponibilidade, Qualidade;

Vegetação: Cobertura vegetal, Cobertura vegetal com espécies nativas;

Ar: Qualidade;

b) Clima

Micro clima;

c) Energia

Consumo (quantidade de energia consumida);

Matriz (fonte da energia consumida);

d) Resíduos

Geração;

Destinação;

e) Distribuição espacial do ambiente construído e das águas residuárias e pluviais:

Dispersão;

f) Ecossistemas de especial interesse, frágeis e protegidos

Impactos negativos;

g) Benefícios ambientais

Impactos positivos;

h) Riscos ambientais

Ocorrência

Com essa estruturação foi feito um trabalho de definição de cada item que culminou no desenvolvimento de fichas de caracterização e análise dos fatores, com diversas informações sobre o fator em análise. A estruturação proposta também permitiu a montagem de uma matriz de análise, cujas linhas são compostas pelos fatores e as colunas com o objeto de análise; no caso

deste trabalho, os sistemas urbanos de água: Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) e Sistema de Drenagem Urbana (SDU). O SAA é dividido nos subsistemas captação, transporte e tratamento; o SES é dividido nos subsistemas coleta e transporte, tratamento e disposição; e o SDU é dividido em micro-drenagem e macro drenagem.

A união das fichas de caracterização com a matriz de análise permitiu formar a base de uma sistematização para o método proposto, que a princípio, permitiria a análise de qualquer projeto em qualquer fase: anteprojeto, projeto e pós-ocupação, identificando os problemas e virtudes de cada um deles para a avaliação da tendência do projeto em termos da sua sustentabilidade. Para a apresentação da avaliação final dos projetos foi montado um quadro resumo, onde são numerados os resultados e descritas, resumidamente, as causas que levaram a uma avaliação desfavorável da tendência da sustentabilidade.

3.2 FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS FATORES

Os fatores levantados e descritos foram trabalhados de modo a que se pudesse formar informações de referência para a sua análise e que ao mesmo tempo fossem facilmente disponibilizadas para o uso. Assim, as informações sistematizadas foram transformadas em fichas de caracterização para uso direto no método. Os dados básicos disponíveis nestas fichas são os seguintes:

- **Definição:** trata da conceituação do fator em questão, de forma a explicitá-lo nos aspectos de interesse;
- **Descrição:** descreve as diferentes formas de ocorrência do fator, de maneira a propiciar a sua clara identificação, bem como os efeitos que as ações humanas (e, em particular, as urbanas) podem acarretar;

-
- **Formas de aferição para análise e avaliação:** apresenta uma ou mais formas de se mensurar o fator, indicando como a tendência à sustentabilidade pode ser afetada;
 - **Escala geográfica do evento:** relaciona o empreendimento em questão com a sua área externa, próxima ou não, no que diz respeito aos impactos que ultrapassam os limites geográficos;
 - **Inter-relações principais:** lista os fatores que apresentam características interagentes entre si, que podem se aglutinar de diferentes formas. Este tópico visa apontar para algumas ligações potenciais que existem entre um determinado fator e os demais.

As fichas que compõem o Método podem ser observadas no Anexo, já incluindo as modificações e observações descritas no capítulo 5.

3.2.1 FLUXOGRAMAS DE DECISÃO

Além das informações sobre as características de cada fator, foram desenvolvidos fluxogramas de decisão, específicos para cada fator em questão. Eles estão estruturados com encaminhamento direcionado por perguntas com respostas sim ou não. Esse procedimento é que orienta o resultado da análise do cruzamento para quatro possíveis situações relacionadas à qualificação da sustentabilidade que será inserida na matriz. São elas:

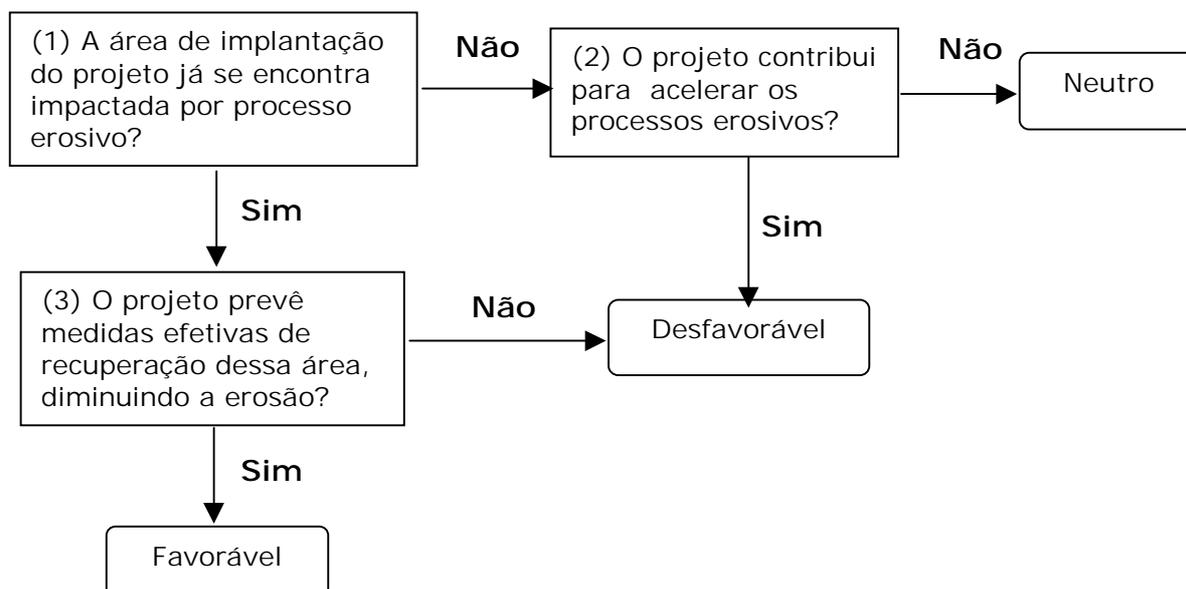
- **Favorável (F):** quando a inter-relação analisada em uma determinada célula propiciar uma avaliação favorável aos objetivos estabelecidos para a dimensão da sustentabilidade ecológica;
- **Desfavorável (D):** quando a inter-relação analisada em uma determinada célula propiciar uma avaliação contrária aos objetivos estabelecidos para a dimensão da sustentabilidade ecológica;

- **Neutro (N):** quando a inter-relação analisada em uma determinada célula não detectar aspectos passíveis de contribuir ou prejudicar a sustentabilidade ecológica;
- **Insuficiência de Dados (I):** quando o número de dados disponíveis para a análise da inter-relação de determinada célula, não são suficientes para um balizamento de suas conseqüências;

Neste tópico são apresentados os fluxogramas originais que foram utilizados nas aplicações em projetos descritas no capítulo 4. As versões finais, incorporando as modificações descritas no capítulo 5, encontram-se nas fichas de caracterização do Anexo.

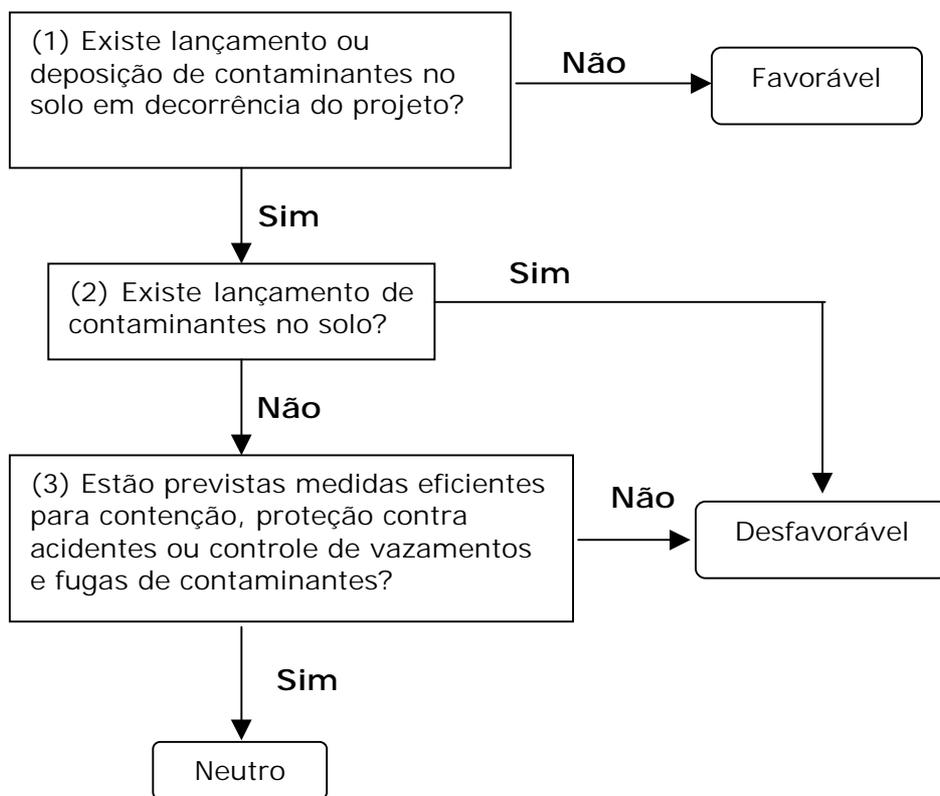
3.2.1.1 Capacidade de suporte dos recursos naturais

Solo: Erosão



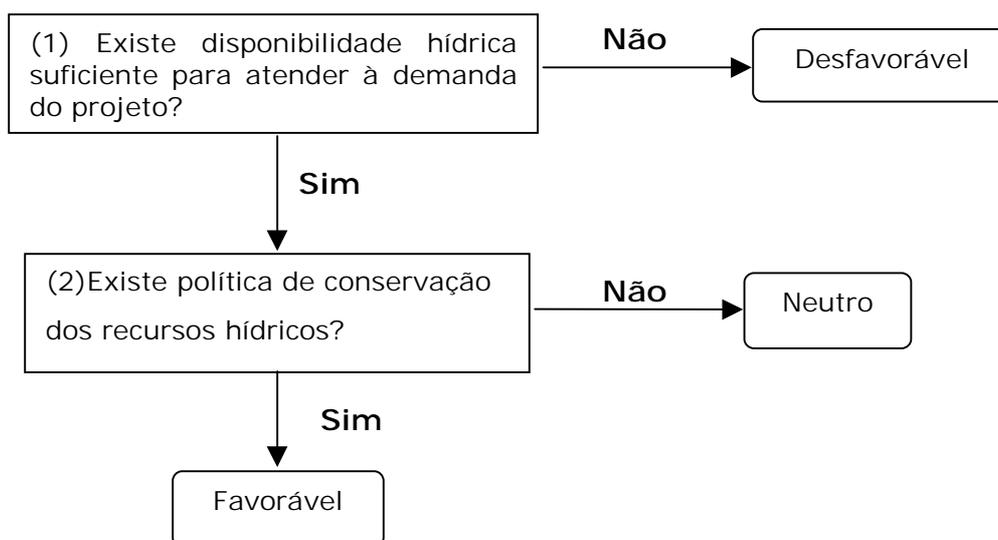
Observações: caso a questão da erosão do solo se manifeste de formas diferenciadas, para uma mesma intervenção urbana, em pontos distintos da área do projeto, a situação mais desfavorável deverá predominar.

Solo : Contaminação



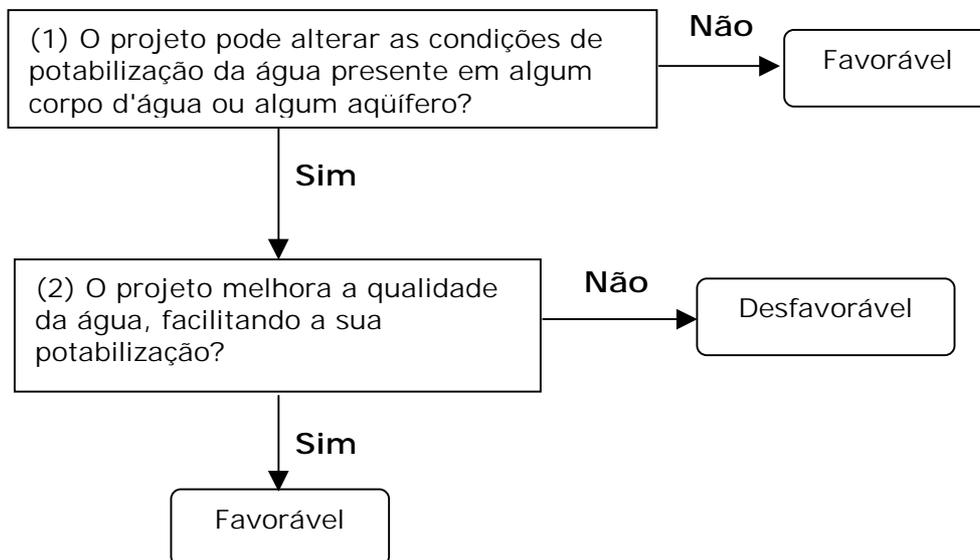
Observações: deve-se observar que, muitas vezes, o lançamento ou a deposição não estão previstos, porém poderão ocorrer como decorrência de outros fatores. Por exemplo: loteamentos em que há possibilidade de instalação de postos de combustível ou lançamentos de entulhos por falta de determinação de locais apropriados.

Água : Disponibilidade Hídrica



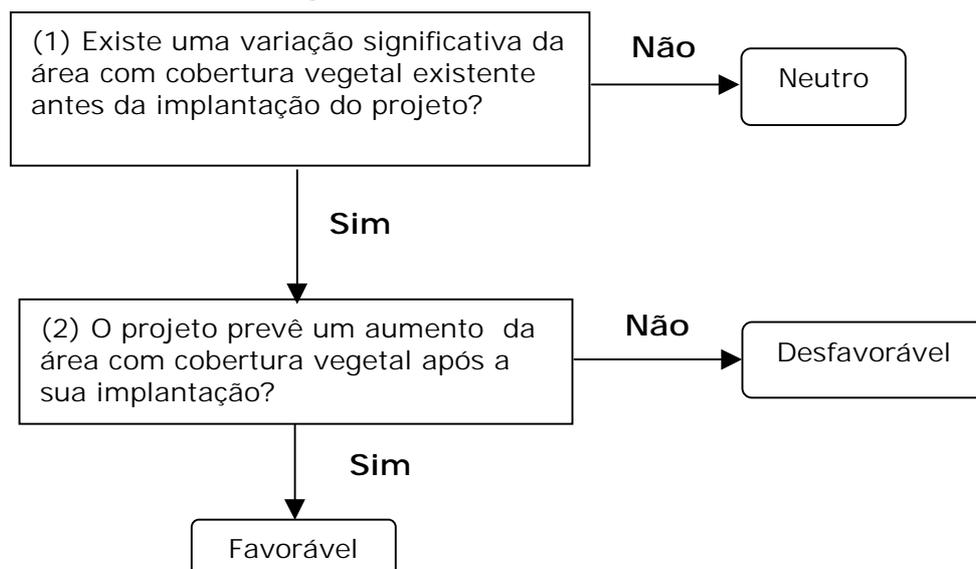
Observações: considerar as condições de consumo máximo de água (saturação da ocupação, etapa final de implantação); considerar as condições de disponibilidade mínima (estiagens prolongadas, vazões mínimas).

Água : Qualidade



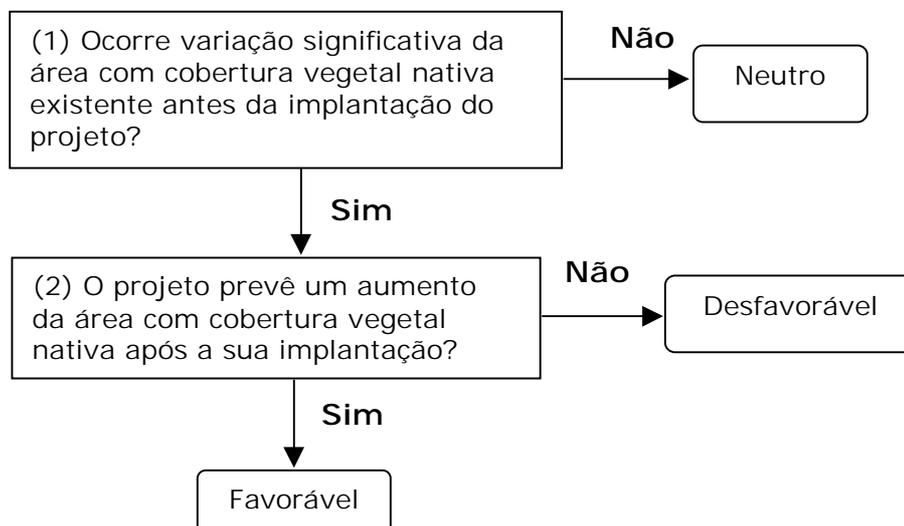
Observações: considera-se que a potabilização é facilitada quando a água no meio natural passa a ter características mais próximas à água potável; a água é considerada potável quando atende às exigências da legislação referentes ao tema; a alteração da qualidade, em termos de potabilização, deve ser considerada mesmo que o corpo d'água ou o aquífero não estejam sendo utilizados, naquele momento, como mananciais para abastecimento.

Vegetação: Cobertura Vegetal



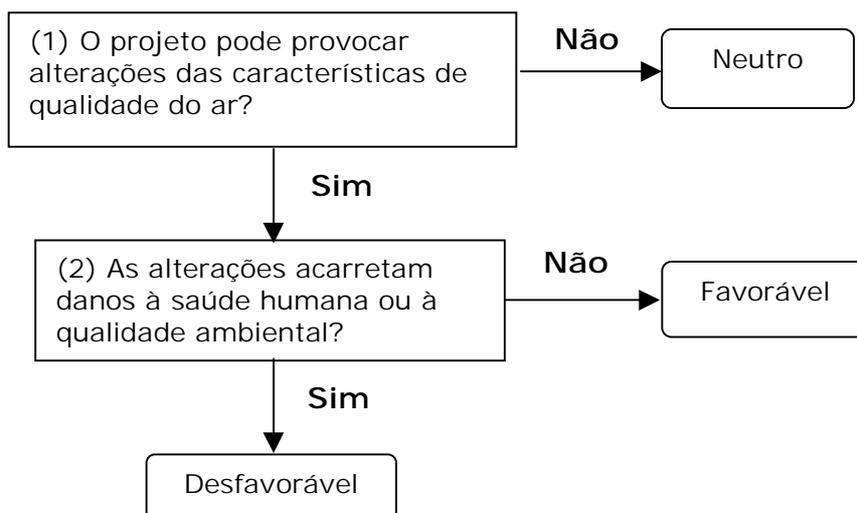
Observações: quando a cobertura vegetal for representada pela arborização de vias de circulação com árvores isoladas, a forma de medição poderá ser alterada, considerando-se, por exemplo, área média de copa, ou mesmo número de exemplares.

Vegetação: Cobertura com Espécies Nativas



Observações: quando a cobertura vegetal nativa for representada por exemplares isolados (árvores), a medição de sua variação pode se dar através da contagem de indivíduos; quando houver mais de um tipo de vegetação nativa e os resultados de sustentabilidade forem diferenciados, predominará, para efeito de análise, a condição desfavorável.

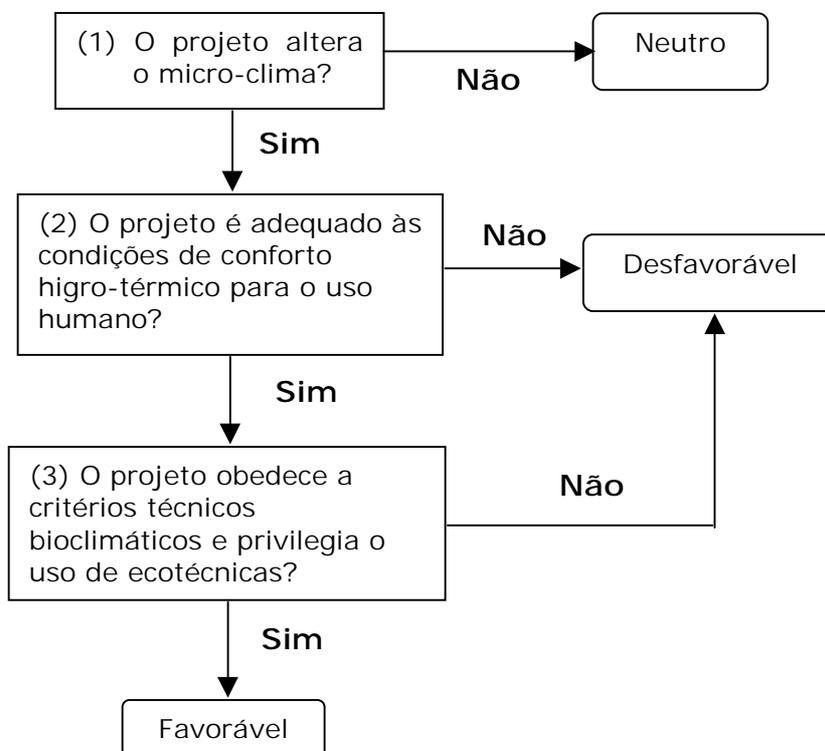
Ar: Qualidade



Observações: as emissões atmosféricas podem originar-se de fontes estáticas (chaminés, exaustores) ou móveis (veículos); as alterações meteorológicas geralmente estão relacionadas com a circulação atmosférica, prejudicando a dispersão dos poluentes.

3.2.1.2 Clima

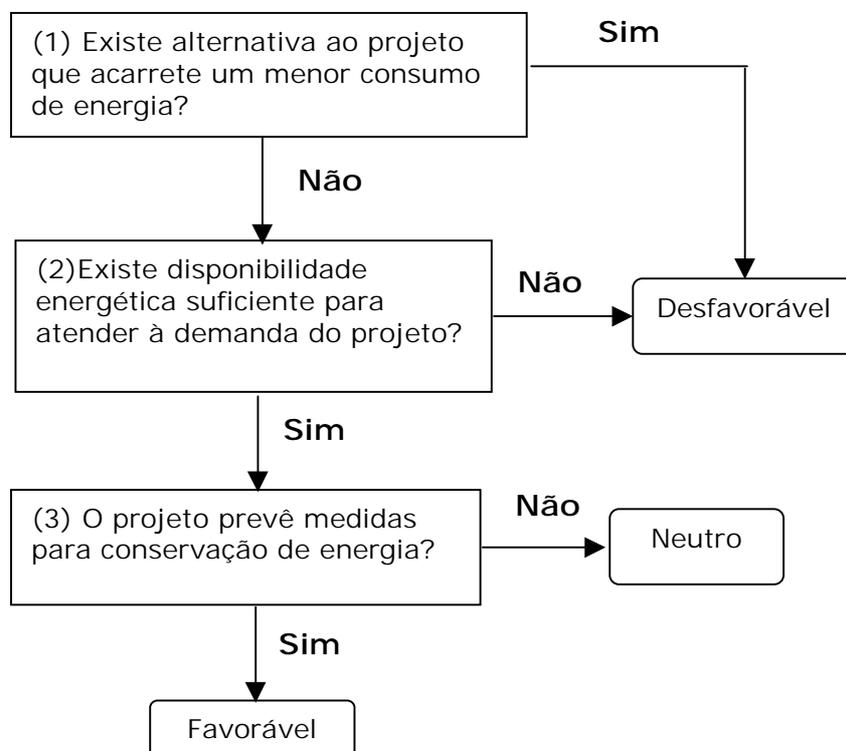
Microclima



Observações: ecotécnicas é o nome que se pode dar àquelas técnicas que melhor se harmonizam aos fluxos naturais, gerando também baixos impactos ambientais.

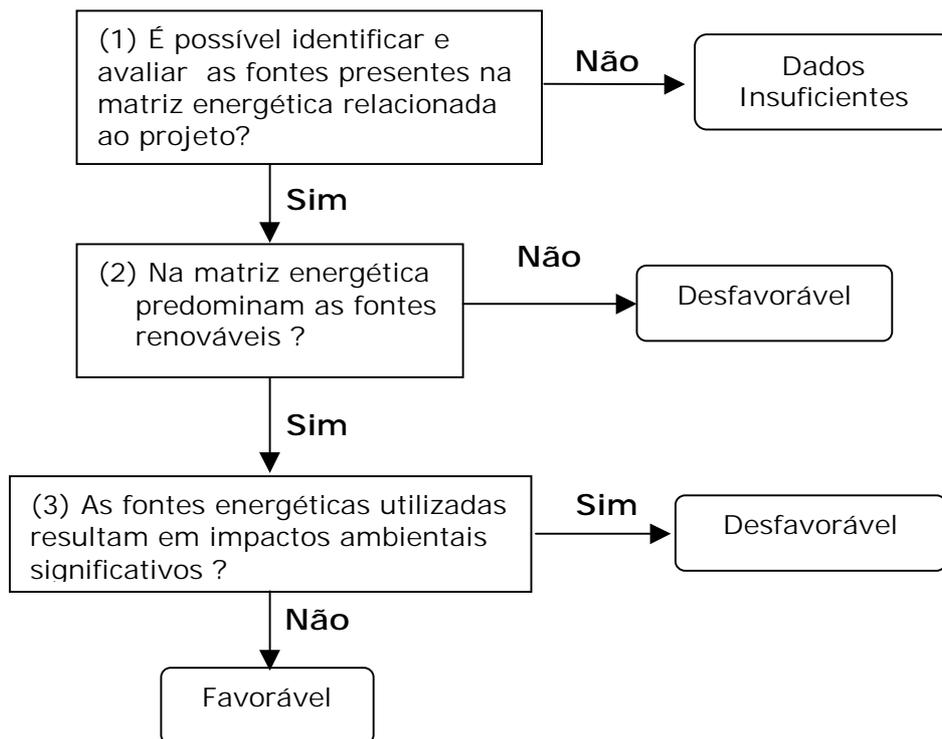
3.2.1.3 Energia

Consumo



Observações: sob esta variável podem ser comparadas diferentes alternativas desde que atendam às necessidades previstas no projeto. Para instalações de tratamento de água e esgoto, por exemplo, pode-se comparar os sistemas mecanizados com os hidráulicos, seja na totalidade da instalação ou em cada um de seus elementos constituintes. O mesmo pode ser feito entre sistemas por gravidade e bombeados.

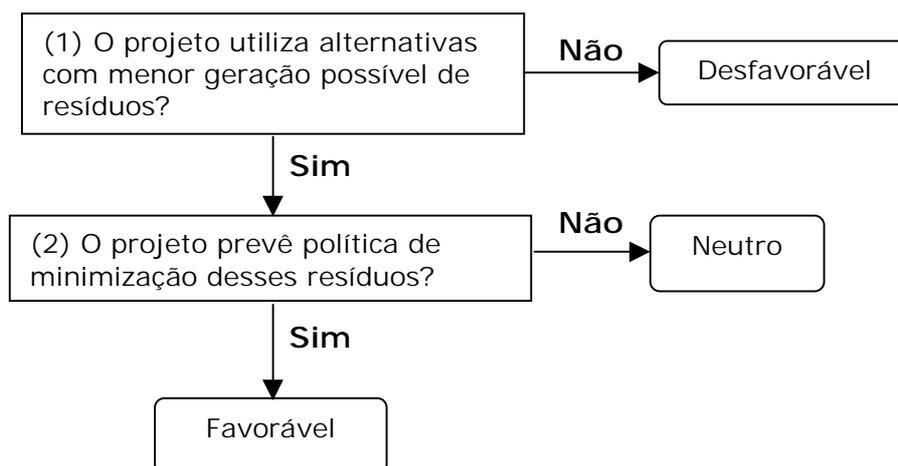
Matriz



Observações: quando fontes de mais de uma das classes ocorrerem, deve-se avaliar o peso relativo das mesmas.

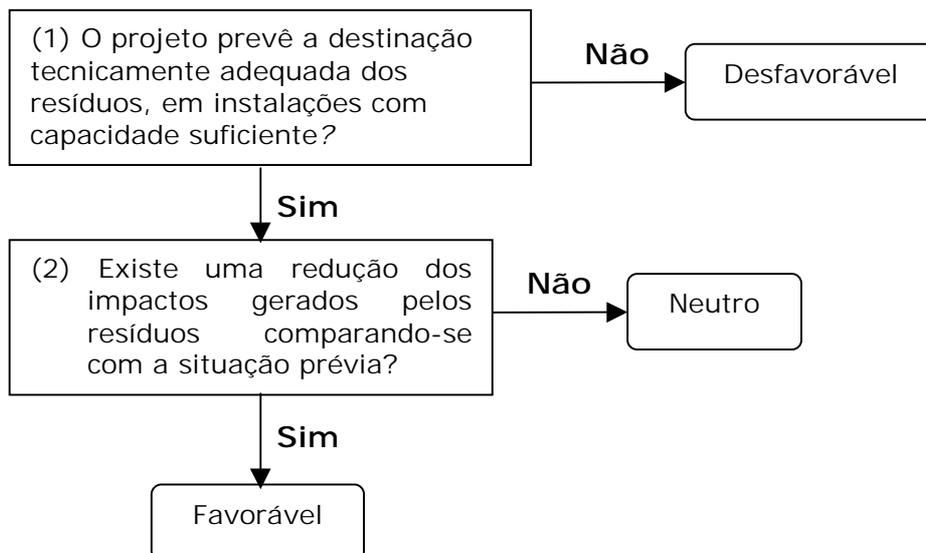
3.2.1.4 Resíduos

Geração



Observações: a política de minimização deverá estar consubstanciada em ações concretas, com a previsão das estruturas físicas, procedimentos operacionais e recursos necessários para sua implementação.

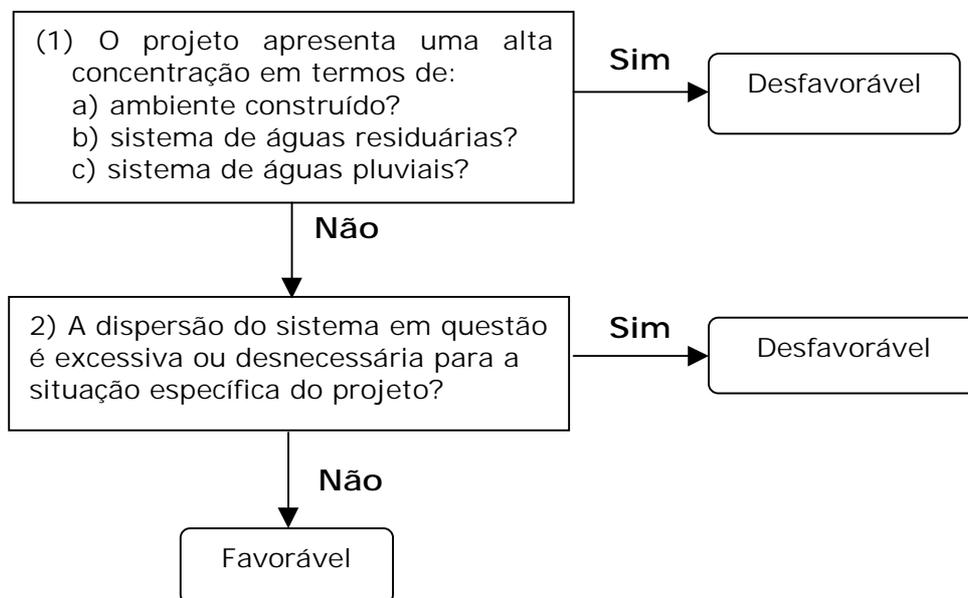
Destinação



Observações: poderão ocorrer casos de projetos que não gerem resíduos (ou em quantidade pouco significativa). Por exemplo, a implantação apenas das redes de água ou esgoto, em vias não pavimentadas. Em casos onde não haja resíduos, este item será sempre favorável.

3.2.1.5 Distribuição Espacial

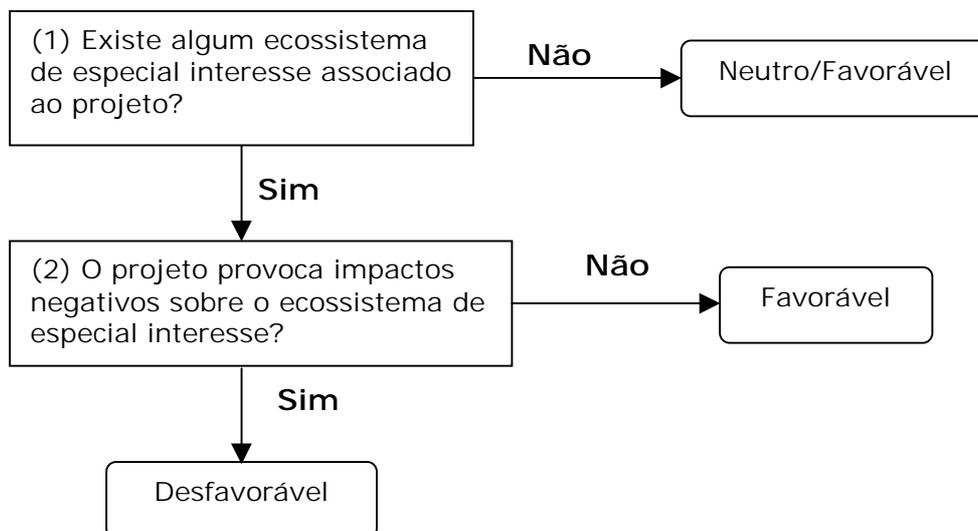
Ambiente Construído / Águas Residuárias e Pluviais



Observações: o fluxograma deve ser seguido para cada um dos componentes considerados. Da mesma forma, somente serão preenchidas na Matriz as colunas referentes a cada um dos componentes.

3.2.1.6 Ecossistema de Especial Interesse

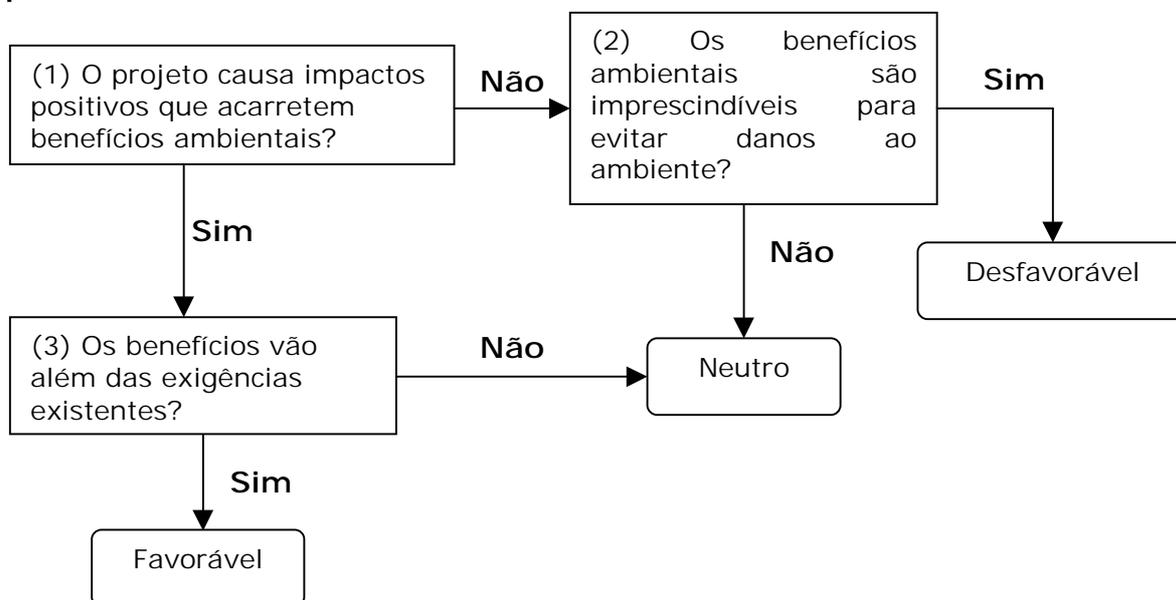
Impactos Negativos



Observações: a distinção entre neutro e favorável na primeira questão depende da existência de um estudo locacional prévio indicando que a escolha não recaiu em outro local associado a um EEI.

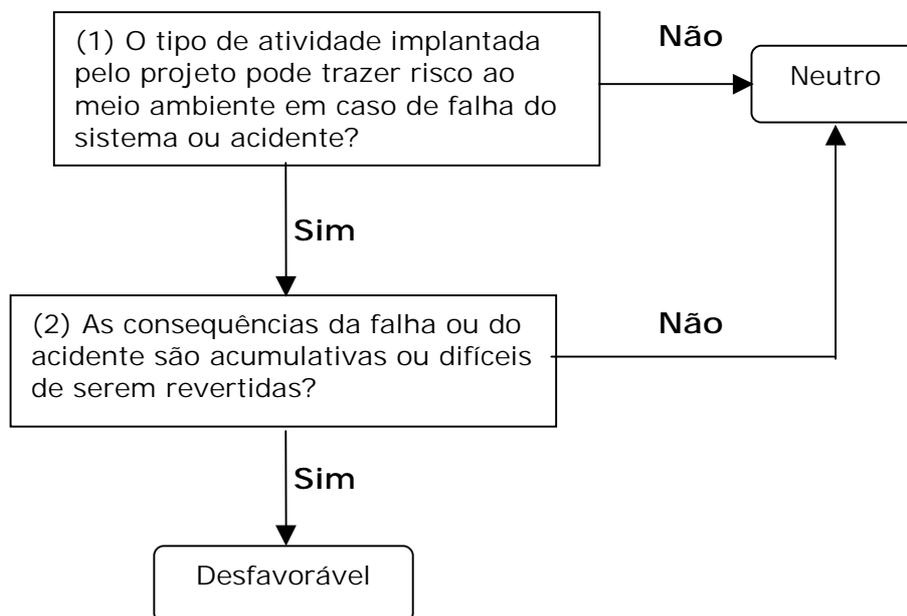
3.2.1.7 Benefícios Ambientais

Impactos Positivos



3.2.1.8 RISCOS AMBIENTAIS

Ocorrência



3.3 MATRIZ DE ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Um dos principais instrumentos desenvolvidos para o processo de avaliação de projetos é a Matriz de análise de sustentabilidade ambiental, apresentada em Anexo. A expressão intervenções urbanas constante na Matriz refere-se também, as ações de urbanização, porém as mesmas não estão ali apresentadas, uma vez que a presente pesquisa limitou-se ao estudo das ações relacionadas ao fluxo da água no meio urbano. Nas linhas estão identificados as variáveis e os fatores que definem para o trabalho, a sustentabilidade ambiental, enquanto nas colunas são identificados os objetos de estudo. Do cruzamento entre linhas e colunas pode ou não existir a interseção do objeto de estudo com os fatores, tudo dependendo do tipo de projeto a ser analisado e em qual etapa o mesmo se encontra.

Dependendo do empreendimento, poder-se-ia ter um máximo de 128 células de cruzamento entre os 8 componentes das Intervenções Urbanas e o conjunto dos 16 fatores das Variáveis de Controle. Entretanto, este número dificilmente será atingido, pois diversas inter-relações não são passíveis de

ocorrência. Portanto, deve-se considerar apenas as inter-relações possíveis, as demais sendo "desprezadas" por meio de um X colocado na respectiva célula.

Para cada análise realizada será registrada na célula da matriz a nota da tendência da sustentabilidade observada nos encaminhamentos que os fluxogramas das fichas de caracterização e análise dos fatores fornecem, ou seja: F (Favorável), D (Desfavorável), N (Neutro) , I (Dados Insuficientes) ou X (Cruzamento não Verificado).

3.4 QUADRO RESUMO

Quando a análise dos projetos, utilizando as fichas de caracterização, os fluxogramas e a matriz de análise, estiver concluída, o próximo passo para a avaliação dos projetos é sistematizar as informações obtidas. Para isso, devem ser descritos, em linhas gerais, os motivos que levaram a análise a uma tendência desfavorável e o que pode ser feito para corrigir estes aspectos. Neste momento, entra como instrumento auxiliar da análise o quadro resumo que apresenta a situação geral do projeto em relação a sustentabilidade e as modificações necessárias para a sua melhoria, finalizando assim, o processo de análise. O modelo utilizado nas análises dos projetos nesta pesquisa pode ser observado no Anexo.

3.5 DADOS NECESSÁRIOS PARA A ANÁLISE DOS PROJETOS

Para que as análises ocorram de modo que reflitam fielmente a forma como o projeto foi elaborado é necessário que a análise seja alimentada por dados provenientes da sua concepção. Assim, para a aplicação do método proposto, torna-se necessário que o projeto em análise contenha uma série de informações relacionadas com as características do local antes da implantação

e com as características técnicas do projeto, bem como a sua relação com o entorno e os demais sistemas. Para uma análise mais completa dos projetos de qualquer sistema urbano de água deveriam estar disponibilizados os seguintes dados:

- **Dados sobre características anteriores à implantação, no local e na área envoltória, tais como:** levantamento planialtimétrico; caracterização geológica e pedológica; caracterização climatológica e hidrológica; levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s); localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal; caracterização ecológica, com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação; dados de qualidade das águas e do ar; localização e dimensões do sistema viário; cadastramento de edificações existentes; demarcações das restrições legais à utilização de partes do terreno, tais como, áreas *no aedificandi*, áreas de preservação permanente e reservas legais; caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente(s); levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponível(is), com identificação da respectiva matriz.
- **Características técnicas do projeto para sistemas urbanos de água:** partes constituintes do sistema; capacidades e dimensões; tipologia das instalações; interfaces com o sistema existente.

Esses são dados fundamentais para a caracterização e identificação do projeto, bem como do local de sua implantação e das condições do entorno, possibilitando a criação de cenários para as análises. A falta de alguma das informações listadas, ou de outras que forem especificadas para um determinado caso, certamente incorrerá em prejuízo na qualidade da análise de sustentabilidade a ser feita.

3.6 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

Para que o método possa ser empregado com maior eficiência, é interessante que seja seguido o seguinte procedimento:

1. Fornecimento de dados do projeto, bem como do local de implantação e seu entorno, visando a sua utilização nos instrumentos de análise e avaliação. E se possível a identificação destes dados;
2. Identificação, na matriz de análise da sustentabilidade ambiental, de cada uma das inter-relações possíveis entre os fatores das variáveis de controle e as intervenções urbanas presentes no projeto;
3. Utilização, para cada uma das inter-relações identificadas, da ficha de caracterização e análise dos fatores correspondente, realizando-se a análise com auxílio do fluxograma de decisão nela contido;
4. Registro do resultado da análise na respectiva célula da matriz de análise da sustentabilidade ambiental de acordo com o respectivo fluxograma e registro das considerações relevantes que levaram a determinada análise;
5. Registro dos dados da matriz no quadro resumo para o fornecimento, de forma ampla e sintética, dos resultados totais para todos os componentes de projeto que foram objeto de análise e avaliação;
6. Avaliação final, destacando-se as situações que devem ser alteradas para atingirem a tendência à sustentabilidade.

4. APLICAÇÃO DO MÉTODO A PROJETOS DE SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA

Para a avaliação do método apresentado no capítulo anterior, foi realizada uma série de aplicações em projetos de sistemas urbanos de água dos mais diversos tipos e em várias situações. Deste modo a análise abordou desde projetos mais complexos de sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgoto sanitário e sistemas de drenagem urbana até aqueles mais simples com partes de um destes sistemas.

Para as análises fez-se uso dos instrumentos do Método, utilizando para o preenchimento da matriz os fluxogramas apresentados no capítulo 3. Em alguns casos, os fluxogramas não se mostraram adequados à análise, do modo como estavam, levando à necessidade de sua modificação. Para estes casos e quando nem mesmo as fichas de caracterização foram capazes de fornecer uma resposta adequada à análise foi utilizada a sigla N.A. : não se aplica. Nos tópicos que seguem são apresentadas as análises.

4.1 PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE REDE DE ÁGUA E ESGOTO DE LOTEAMENTO RESIDENCIAL – MUNICÍPIO DE ITU/SP

4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Projeto dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Loteamento Residencial Parque São Camilo – Município de Itu / SP: Dimensionamento e projeto da rede de distribuição de água e da rede de coleta e transporte de esgoto no ano de 1997.

Os projetos estão localizados em um loteamento para fins habitacionais com um terreno da ordem de 760.000 m² , com um total de 1314 lotes e estimando uma ocupação média de 5 habitantes por residência, perfazendo uma população de projeto com 6570 habitantes.

4.1.2 LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os dados obtidos para a análise dos projetos podem ser conferidos no quadro 4.1.

QUADRO 4.1: CHECAGEM DAS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Listagem	Condição		
	Completo	Incompleto	Dado não obtido
a)Dados sobre características anteriores à implantação			
Levantamento planialtimétrico	X	-	-
Caracterização geológica e pedológica	-	-	X
Caracterização climatológica e hidrográfica	-	-	X
Levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s)	-	X	-
Localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal	-	-	X
Caracterização ecológica com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação	-	-	X
Dados de qualidade das águas e do ar	-	-	X
Localização e dimensões do sistema viário	X	-	-
Cadastramento de edificações existentes	X	-	-
Demarcações de restrições legais à utilização de partes do terreno ou da área	X	-	-
Caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente	X	-	-
Levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponíveis, com identificação da respectiva matriz	-	X	-
b)Características técnicas do projeto	Completo	Incompleto	Dado não obtido
Partes constituintes do sistema	X	-	-
Capacidades e dimensões	X	-	-
Tipologia das instalações	X	-	-
Interfaces com o sistema existente	-	X	-

As informações obtidas para o projeto vieram do memorial descritivo, com informações cadastrais acerca do empreendimento e do memorial técnico, trazendo a caracterização do loteamento, a população a ser atendida, a descrição dos sistemas e o dimensionamento, incluindo um conjunto de desenhos e plantas dos mesmos. Os dados considerados incompletos apresentam apenas informações superficiais sem um maior detalhamento ou esclarecimento.

4.1.3 DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO

O sistema de abastecimento de água foi concebido a partir das diretrizes do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itu que apontam para a viabilidade de interligação do mesmo ao sistema já existente, através da implantação de uma estação elevatória junto à Estação de Tratamento de Água I, existente e respectiva linha de recalque. Tal linha deverá descarregar em um reservatório a ser implantado em uma das quadras do loteamento. Dessa forma o sistema de abastecimento proposto consiste de uma rede de distribuição que abastece todos os lotes do empreendimento, que se originará em um reservatório elevado, alimentado por uma linha de recalque que se inicia na Estação de Tratamento de Água.

O sistema de coleta de esgotos sanitários também foi concebido a partir das diretrizes do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAE) de Itu, que apontam para a possibilidade de interligar a rede do loteamento ao sistema coletor público já existente. Parar tanto será implantada uma estação de bombeamento e respectiva linha de recalque até a entrada do empreendimento, onde será executado um poço de visita do qual se derivará uma tubulação (emissário final), que por gravidade conduzirá os esgotos até o poço de visita do sistema do SAE.

Dessa forma o sistema proposto consiste de uma rede de coleta que atende todos os lotes do empreendimento, que encaminhará os esgotos até

uma estação elevatória que os recalcará para o emissário final, e daí para o ponto de interligação. Dois pontos são responsáveis pela coleta de todo o esgoto das áreas de contribuição e a partir destes é bombeado até o interceptor. Existe um pequeno trecho com declividade natural interligado na rede existente do terreno vizinho. Face às características topográficas do terreno haveria a necessidade de se implantar no interior do empreendimento outras quatro elevatórias. No entanto, para não acarretar problemas operacionais ao SAE, no projeto foram eliminadas três dessas elevatórias, mantendo-se apenas uma. Para compensar esta situação, serão implantados emissários internos, para eliminar as elevatórias. Tais emissários, não tem função de coletar esgotos das futuras casas, e por essa razão em alguns casos atingem profundidades elevadas. Para o emissário final é apresentado apenas um esquema do seu traçado, pois os dados são insuficientes para o seu dimensionamento, necessitando para isso de um levantamento planialtimétrico e cadastral de uma faixa com 20 metros de largura ao longo do traçado do emissário, com todas as tomadas a cada 20 metros e nos pontos críticos.

4.1.4 ANÁLISES DO PROJETO

A matriz resultante, da análise realizada neste projeto, é apresentada na figura 4.1 ao final desta seção, sendo que cada um dos itens dos subsistemas avaliados, são comentados a seguir.

4.1.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE

Partes do subsistema: Adutora e estação elevatória

Análise:

D2-1→N: A área de implantação do projeto não se encontra impactada por processo erosivo e não contribui para acelerar tais processos;

D2-2→F: O projeto não provoca a deposição de contaminantes no solo;

D2-3→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-4→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-5→N: O projeto já se encontra em área urbana, portanto não existe variação significativa da cobertura vegetal;

D2-6→N: O projeto já se encontra em área urbana, portanto não existe variação significativa da cobertura vegetal nativa;

D2-7→N: O projeto não provoca alterações nas características do ar;

D2-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D2-9→N: O projeto não prevê medidas para conservação da energia;

D2-10→D: O projeto utiliza energia elétrica proveniente de hidroelétricas que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

D2-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D2-14→F: Não existe ecossistema de especial interesse na área que é praticamente urbanizada;

D2-15→N: Em termos ambientais o projeto não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais, porém os mesmos não são necessários;

D2-16→N: O tipo de atividade implantada pelo projeto não traz risco ao meio ambiente;

4.1.4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA DISTRIBUIÇÃO

Partes do subsistema: reservatório e rede de distribuição

Análise:

D4-1→I: Os dados obtidos não mostram se a área foi afetada ou não por processo erosivo;

D4-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D4-3→N: Existe disponibilidade hídrica para atender à demanda do projeto, mas não foi verificada a existência de uma política de conservação de recursos hídricos, na qual o projeto esteja inserido, ou muito menos que existam medidas para a conservação dos mesmos;

D4-4→F: O projeto não altera as condições de potabilização da água, uma vez que a mesma já vem tratada da ETA I, e as condições da rede dificilmente causarão qualquer alteração durante o seu funcionamento;

D4-5→N: Não houve variação da cobertura vegetal em função do projeto;

D4-6→N: Não houve variação da cobertura vegetal nativa em função do projeto;

D4-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D4-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D4-9→F: O sistema de distribuição de água é feito por gravidade, portanto não há consumo de energia;

D4-10→F: Não utiliza energia elétrica;

D4-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D4-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D4-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D4-14→F: Existe ecossistema de especial interesse (córrego), porém o projeto do sistema de distribuição de água não afeta o mesmo;

D4-15→N: Em termos ambientais o projeto não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais e os mesmos não são imprescindíveis;

D4-16→N: A falha no sistema de distribuição de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores dificuldades.

4.1.4.3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E TRANSPORTE

Partes do subsistema: rede coletora, elevatórias e interceptor

Análise:

E1-1→N: Os dados não mostram se a área já foi afetada por processo erosivo;

E1-2→F: De acordo com o projeto não há lançamento de contaminantes no solo;

E1-3→N: Existe disponibilidade hídrica para atender a demanda do projeto, mas as informações disponíveis não mostram a existência de uma política de conservação dos recursos hídricos;

E1-4→D: Localmente o esgoto não é lançado nos corpos d'água existentes, sendo encaminhado para uma tubulação interceptora, deste ponto, faltam informações sobre a existência de uma estação de tratamento de esgotos.

E1-5→N: Não houve variação da cobertura vegetal em função do projeto;

E1-6→N: Não houve variação da cobertura vegetal nativa em função do projeto;

E1-7→N: O projeto não causa alterações na qualidade do ar;

E1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

E1-9→D: Apesar de existir disponibilidade energética, existe alternativa ao projeto que acarrete um menor consumo de energia. Ao invés de bombear o esgoto até o interceptor, o sistema poderia operar por gravidade, levando o esgoto a um outro ponto de interceptação ou até mesmo a uma ETE local;

E1-10→D: Utiliza sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

E1-11→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

E1-12→F: No projeto o esgoto é levado ao coletor tronco, não sendo o esgoto despejado no córrego próximo;

E1-13→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

E1-14→I: Existe ecossistema de especial interesse, porém o projeto do sistema de coleta de esgoto não afeta o mesmo;

E1-15→N: Em termos ambientais o projeto não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais e os mesmos não são imprescindíveis;

E1-16→N: Se o sistema falhar as conseqüências do acidente podem ser facilmente remediadas.

INTERVENÇÃO URBANA															
FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO															
Variáveis de controle		Sistema de abastecimento de água						Sistema de esgotamento sanitário						Sistema de drenagem	
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	F1	F2
Fator		Critério		Tratamento		Distribuição		Coleta e Transporte		Tratamento e Disposição		Micro-drenagem		Macro-Drenagem	
Solo	1	Erosão	Perda de Solo	D2-1	D3-1	D4-1	D5-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1				
	2	Contaminação	Deposição de contaminantes	D2-2	D3-2	D4-2	D5-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2				
	3	Disponibilidade	Política de conservação	D2-3	D3-3	D4-3	D5-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3				
	4	Qualidade	Alteração	D2-4	D3-4	D4-4	D5-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4				
CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	5	Cobertura vegetal	Variação da Cobertura Vegetal	D2-5	D3-5	D4-5	D5-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5				
	6	Cobertura com espécies nativas	Variação da Cobertura Vegetal Nativa	D2-6	D3-6	D4-6	D5-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6				
	7	Qualidade	Emissões atmosféricas	D2-7	D3-7	D4-7	D5-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7				
CLIMA	8	Microclima	Conforto ambiental	D2-8	D3-8	D4-8	D5-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8				
	9	Consumo	Política de redução	D2-9	D3-9	D4-9	D5-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9				
ENERGIA	10	Matriz	Incidência de fontes renováveis	D2-10	D3-10	D4-10	D5-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10				
	11	Geração	Política de minimização	D2-11	D3-11	D4-11	D5-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11				
RESÍDUOS	12	Destinação	Adequação dos processos	D2-12	D3-12	D4-12	D5-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12				
	13	Dispersão	Taxa de ocupação e índice de aproveitamento	D2-13	D3-13	D4-13	D5-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13				
	14	Impactos negativos	Dano ao objeto de interesse	D2-14	D3-14	D4-14	D5-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14				
	15	Impactos Positivos	Ações de regeneração, conservação, preservação	D2-15	D3-15	D4-15	D5-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15				
BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	16	Ocorrência	Potencial	D2-16	D3-16	D4-16	D5-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16				

Figura 4. 1: Matriz de análise do projeto de dimensionamento de rede de água e esgoto de loteamento residencial – Município de Itu/SP

4.1.5 AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO

Os projetos de sistemas de transporte e distribuição de água e de coleta e transporte de esgoto sanitário do loteamento, apresentam técnicas comumente utilizadas por projetos similares, sem maiores preocupações com diretrizes voltadas para um enfoque ambiental. A tendência geral da sustentabilidade apresentou-se neutra, principalmente em função do tipo de projeto implantado, redes coletora de esgoto e distribuição de água. As maiores modificações e impactos decorrentes de uma implantação, para estes casos não se evidenciou, por que elas ocorreriam em função da implantação e urbanização do loteamento e não das redes apresentadas. Assim, as principais tendências desfavoráveis se refletiram em aspectos pontuais, principalmente com relação ao consumo e ao tipo de matriz energética utilizada.

No caso do sistema de transporte de água, o tipo do projeto implantado é dependente de sistema que utiliza energia elétrica proveniente de matriz impactante. Neste caso, a alternativa possível seria a adoção de um sistema que utilizasse fontes alternativas viáveis e menos impactantes. O mesmo ocorre no sistema de coleta e transporte de esgoto. Para este sistema, existe ainda outro fator que poderia ser modificado, uma vez que utiliza um sistema de bombeamento para transportar os esgotos até a tubulação interceptora, que se situa a montante do loteamento. O sistema poderia funcionar por gravidade, levando os esgotos gerados até uma nova tubulação interceptora a jusante do loteamento, ou até uma estação de tratamento de esgotos local. Com relação ao tratamento dos esgotos, o outro ponto desfavorável para a sustentabilidade ocorre por que, apesar do esgoto não ser despejado no córrego próximo ao loteamento, globalmente não ocorre o tratamento dos resíduos, contribuindo para o aumento da carga de efluentes. A solução para este caso, seria que o SAE de Itu fizesse o tratamento dos mesmos.

4.2 PROJETO DE SISTEMA DE MICRO-DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DO LOTEAMENTO RESIDENCIAL PARQUE DOS TIMBURIS– MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP

4.2.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Projeto com o objetivo de desenvolver um estudo técnico para drenagem de águas superficiais do Loteamento denominado Parque dos Timburis, localizado na zona leste da área urbana do Município de São Carlos. Toda a região é drenada por um único fundo de vale, que recebe as águas superficiais provenientes de chuvas, e as encaminha para um córrego próximo.

A área a ser drenada é da ordem de 15 Ha, existe uma área de importância ambiental, o córrego.

4.2.2 LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os dados obtidos para a análise dos projetos podem ser conferidos no quadro 4.2.

QUADRO 4.2: CHECAGEM DAS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Listagem	Condição		
	Completo	Incompleto	Dado não obtido
a)Dados sobre características anteriores à implantação			
Levantamento planialtimétrico	-	X	-
Caracterização geológica e pedológica	-	-	X
Caracterização climatológica e hidrográfica	-	-	X
Levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s)	-	X	-
Localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal	-	-	X
Caracterização ecológica com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação	-	X	-
Dados de qualidade das águas e do ar	-	-	X
Localização e dimensões do sistema viário	X	-	-
Cadastramento de edificações existentes	-	X	-
Demarcações de restrições legais à utilização de partes do terreno ou da área	-	X	-
Caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente	X	-	-
Levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponíveis, com identificação da respectiva matriz	-	X	-
b)Características técnicas do projeto	Completo	Incompleto	Dado não obtido
Partes constituintes do sistema	X	-	-
Capacidades e dimensões	X	-	-
Tipologia das instalações	X	-	-
Interfaces com o sistema existente	X	-	-

As informações obtidas para o projeto vieram do memorial descritivo e técnico, trazendo a caracterização do área para o projeto em questão, a descrição dos sistemas e o dimensionamento, incluindo uma planta da área com o sistema de drenagem e alguns desenhos dos componentes do sistema. Os dados considerados incompletos apresentam apenas informações superficiais sem um maior detalhamento ou esclarecimento.

4.2.3 DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO

Para a elaboração do projeto, a área a ser drenada foi subdividida em cinco bacias, sendo que apenas uma delas possuirá galeria de águas pluviais propriamente dita. O sistema de galerias da sub-bacia I foi projetado para ser implantado em uma rua central do loteamento, paralela ao córrego, com a finalidade de drenar todas as ruas provenientes da parte alta do loteamento e as áreas de montante, representando, cerca de 75% da área drenada. Em razão da topografia, um dos trechos da galeria, teve que ser projetado em sentido contrário a declividade natural do terreno, o que vem a provocar em certos pontos escavações profundas quando da sua execução.

Nos cruzamentos foram projetados sarjetões, com a mesma orientação das galerias, a fim de permitir, que possíveis escoamentos não captados a montante venham a adentrar no sistema através de bocas de lobo a jusante.

Todo esse sistema de galerias descrito terá uma única saída, situada em faixa não edificante, com lançamento final no córrego à montante da represa existente no local.

Ao contrário da sub-bacia I, nas demais o escoamento se dará superficialmente pelo sistema de drenagem constituído pela sarjeta e pavimento, até o final da rua em forma de "cul-de-sac", onde haverá um sistema de captação interligado a canais, em forma de faixas, ou seja, canais de grande largura e pequena lâmina d'água, que conduzirão as águas pluviais até o córrego.

Essa alternativa de escoamento somente pela guia e sarjeta, foi adotada devido ao fato das bacias de contribuição serem pequenas, em virtude da implantação da galeria da sub-bacia I, que intercepta os escoamentos de montante em sua totalidade. Nos pontos de lançamento do sistema no córrego

deverão ser implantados dissipadores de energia para evitar danos maiores ao mesmo.

Ainda para a concepção do projeto, foram efetuados levantamentos de campo que propiciaram a escolha da saída final e do ponto de lançamento da galeria principal. O levantamento de campo associado aos levantamentos topográficos e aos estudos hidrológicos, permitiram definir o projeto básico de drenagem para a área em estudo. Foi adotado tempo de retorno de cinco anos para o projeto.

4.2.4 ANÁLISES DO PROJETO

A matriz resultante, da análise realizada neste projeto, é apresentada na figura 4.2 ao final desta seção, sendo que cada um dos itens dos subsistemas avaliados, são comentados a seguir.

4.2.4.1 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MICRO-DRENAGEM

Partes do subsistema: rede coletora, disposição final

Análise:

F1-1→I: Os dados disponíveis não informam a situação da área com relação a processos erosivos;

F1-2→F: Em decorrência do projeto não ocorre deposição de contaminantes no solo;

F1-3→N: O projeto mantém a disponibilidade hídrica da área, porém, não existem informações concretas sobre uma política de conservação dos recursos hídricos;

F1-4→D: O projeto pode alterar as condições de potabilização da água presente, através dos resíduos carregados pelo sistema de captação das águas pluviais, além disso, não são tomadas medidas que possam diminuir esta interferência;

F1-5→I: Os dados disponíveis não permitem avaliar se houve ou não variação na cobertura vegetal em função do projeto;

F1-6→I: Os dados disponíveis não permitem avaliar se houve ou não variação na cobertura vegetal nativa em função do projeto;

F1-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

F1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

F1-9→F: O projeto não consome energia;

F1-10→F: O projeto não utiliza fontes de energia: sistema por gravidade;

F1-11→D: Os resíduos carregados pela água da chuva não são considerados no projeto do sistema, assim, este material acaba sendo lançado no córrego, podendo causar o seu assoreamento no futuro;

F1-12→D: Os resíduos carregados pela chuva são depositados no córrego;

F1-13→F: O sistema despeja as águas pluviais no córrego em cinco pontos distintos, diminuindo a concentração de vazão;

F1-14→D: O projeto provoca impactos negativos sobre o córrego , através de um efeito acumulativo ao longo do tempo, provocando assoreamento;

F1-15→D: Evitar o assoreamento do córrego seria uma medida necessária ao longo do tempo, o que ajudaria a manter o ecossistema presente, desta forma os benefícios ambientais são imprescindíveis para o projeto;

F1-16→N: Caso ocorra alguma falha do sistema existente as suas conseqüências podem ser revertidas.

QUADRO RESUMO 4.2: PROJETO DE SISTEMA DE MICRO-DRENAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DE LOTEAMENTO RESIDENCIAL – MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP

SUB – COMPONENTE	F	D	N	I	X	N.A.	PRINCIPAIS CAUSAS DA TENDÊNCIA DESFAVORÁVEL	CORREÇÕES POSSÍVEIS
Captação								
Transporte								
Tratamento								
Distribuição								
Coleta e Transporte								
Tratamento e Disposição								
Micro-Drenagem	4	5	4	3	0	0	O sistema de coleta de águas pluviais carrega material sólido (solo, partículas, impurezas, etc), que acaba sendo despejado no córrego, provocando o seu assoreamento ao longo do tempo	Utilizar medidas que possibilitem a retenção das águas pluviais, evitando que estes materiais carregados sejam despejados no córrego.
Macro-Drenagem								

INTERVENÇÃO URBANA												
FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO												
Sistema de abastecimento de água			Sistema de esgotamento sanitário				Sistema de drenagem					
D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2					
Captação	Transporte	Tratamento	Distribuição	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição	Micro-drenagem	Macro-Drenagem					
Variáveis de controle	Solo	1	D1-1	D2-1	D3-1	D4-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1		
		2	D1-2	D2-2	D3-2	D4-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2		
	Água	3	D1-3	D2-3	D3-3	D4-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3		
		4	D1-4	D2-4	D3-4	D4-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4		
CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	Vegetação	5	D1-5	D2-5	D3-5	D4-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5		
		6	D1-6	D2-6	D3-6	D4-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6		
	Ar	7	D1-7	D2-7	D3-7	D4-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7		
CLIMA		8	D1-8	D2-8	D3-8	D4-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8		
		9	D1-9	D2-9	D3-9	D4-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9		
ENERGIA		10	D1-10	D2-10	D3-10	D4-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10		
		11	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11		
RESÍDUOS		12	D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12		
		13	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13		
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	Ambiente construído Águas residuais e pluviais	14	D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14		
		15	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15		
ECOSSISTEMAS DE ESPECIAL INTERESSE	Fragéis Protegidos	16	D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16		
BENEFÍCIOS AMBIENTAIS												
RISCOS AMBIENTAIS												

Figura 4.2: Matriz de análise do projeto de sistema de micro-drenagem de águas superficiais do loteamento Parque dos Timburis– Município de São Carlos/SP

4.2.5 AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO

O projeto do sistema de micro-drenagem do loteamento residencial, utiliza técnicas comumente utilizadas em empreendimentos similares. A diferença apresentada está na forma como a água pluvial é captada, sendo isto função da velocidade de escoamento superficial apresentada pelo projeto. Apesar da técnica ser comum para a maioria dos loteamentos no Brasil, ela não favorece a retenção das águas pluviais no terreno, favorecendo o escoamento superficial, que além de lançar um grande volume de água no córrego próximo à área do empreendimento, carrega sedimentos e partículas que acabam sedimentando no fundo do mesmo. No correr do tempo, ocorre o assoreamento do córrego, sendo necessárias medidas, tais como a escavação do leito, para reverter o processo, pelo menos por mais um período.

Em função destes aspectos, a tendência geral da sustentabilidade do projeto foi desfavorável, seria interessante que outras medidas fossem englobadas com enfoque na retenção das águas pluviais ou outras medidas que preservassem as condições do córrego e favorecessem a infiltração no solo. Desta forma, a condição de sustentabilidade do projeto melhoraria e seria mais favorável.

As condições favoráveis, mostram-se em função da não ocorrência de consumo de energia, do projeto não favorecer a concentração das vazões ao dividir o despejo das águas pluviais em cinco pontos e por não despejar contaminantes no solo. Apesar disso, as condições desfavoráveis se sobressaem.

4.3 PROJETO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA – MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO/SP

4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

O empreendimento Loteamento Nova Aliança está situado no setor sul do município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, dentro do perímetro urbano e no vetor de crescimento da área urbanizada. Existem na gleba duas regiões consideradas vulneráveis e de valor paisagístico natural sendo um vale com curso d'água e uma encosta de morro arborizada com declividade acentuada. Ambas as áreas passarão para o domínio público como parques que farão parte das áreas verdes/ sistema de lazer. No fundo do vale serão criadas bacias de contenção de águas pluviais. No geral apresenta topografia com declividade predominante de 5% sendo dividida em duas vertentes. A área total do loteamento corresponde a 964.793, 68 m², com um total de 1225 lotes, distribuídos em habitacionais uni e plurifamiliares, comerciais e industriais com algumas restrições para uma população mínima de 6100 e máxima de 37367 habitantes.

Toda a região é cortada por adutora de água e emissário de esgoto do Departamento de Água e Esgoto de Ribeirão Preto – DAERP, que serão relocados para evitar possíveis interferências e às quais os respectivos sistemas de água e esgoto do loteamento serão interligados.

Dentro do projeto do loteamento estão incluídos os sistemas urbanos de água: captação, transporte e distribuição de água, coleta e transporte de esgoto, micro e macro drenagem.

Na área do projeto não existem áreas alagadiças ou sujeitas a inundação, áreas que tenham sido aterradas com materiais nocivos à saúde, áreas onde as condições geológicas não aconselham a edificação ou áreas onde a poluição impeça condições sanitárias.

4.3.2 LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os dados obtidos para a análise dos projetos podem ser conferidos na quadro 4.3.

QUADRO 4.3: CHECAGEM DAS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Listagem	Condição		
	Completo	Incompleto	Dado não obtido
a)Dados sobre características anteriores à implantação			
Levantamento planialtimétrico	X	-	-
Caracterização geológica e pedológica	X		-
Caracterização climatológica e hidrográfica	X	-	-
Levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s)	X	-	-
Localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal	X	-	-
Caracterização ecológica com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação	X	-	-
Dados de qualidade das águas e do ar	-	X	-
Localização e dimensões do sistema viário	X	-	-
Cadastramento de edificações existentes	X	-	-
Demarcações de restrições legais à utilização de partes do terreno ou da área	X	-	-
Caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente	X	-	-
Levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponíveis, com identificação da respectiva matriz	-	X	-
b)Características técnicas do projeto	Completo	Incompleto	Dado não obtido
Partes constituintes do sistema	X	-	-
Capacidades e dimensões	X	-	-
Tipologia das instalações	X	-	-
Interfaces com o sistema existente	X	-	-

Os dados obtidos são provenientes do memorial descritivo e justificativo do loteamento e dos projetos de abastecimento de água potável, rede de esgoto sanitário e sistema de águas pluviais, além disso um maior detalhamento das condições da área do projeto foi obtido a partir do Relatório Ambiental Preliminar – RAP e de plantas e desenhos da mesma. Os dados considerados incompletos foram obtidos através de informações superficiais sem um maior detalhamento ou esclarecimento, uma vez que os dados completos existiam, mas não estavam disponíveis.

4.3.3 DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO

Começando pelo sistema de abastecimento de água, o mesmo foi concebido a partir das diretrizes do DAERP, englobando captação, reservação e distribuição. O empreendimento será abastecido por meio de captação subterrânea em poço tubular, já utilizado por outro loteamento vizinho, que alimentará um reservatório na cota mais elevada e de onde será feita a distribuição da água. Na cidade de Ribeirão Preto o abastecimento de água é totalmente feito através de captação subterrânea, com a exploração do Aquífero Botucatu Pirambóia. A exploração deste Aquífero tem ocorrido de forma descontrolada na cidade, gerando problemas de abastecimento em alguns poços. Foi prevista uma demanda de água equivalente a uma vazão de 43,31 l/s ou 155,91 m³/h que se divide em duas redes, uma baixa e outra alta, foram realizadas várias simulações do perfil de ocupação da área, que levaram os projetistas a concluir que a infra-estrutura de saneamento possui condições de atender a demanda de água associada as simulações.

O sistema de esgotamento sanitário foi concebido de modo que os resíduos gerados sejam coletados pela rede pública em coletor paralelo ao córrego existente na gleba e conduzido ao coletor paralelo ao principal córrego da área que segue por este até a Estação de Tratamento de Esgotos de Ribeirão Preto (ainda em construção), conforme as diretrizes do DAERP.

A região já é atendida com os serviços públicos de coleta e afastamento de esgoto e a coleta será realizada por meio de duas redes coletoras. A produção de esgoto foi estimada em 34,68 l/s, considerando um consumo de 80% de água, que representa a soma das vazões das duas redes (18,22 l/s e 16,18 l/s). Enquanto a Estação de Tratamento de Esgotos de Ribeirão Preto (ETE-RP) não estiver em operação, a solução para tratamento e disposição do esgoto doméstico será o tratamento e disposição individualizados. Este tratamento se dará por meio de fossa séptica e poço absorvente para cada lote e para garantia desta solução, a exigência desta forma de tratamento, constará no memorial descritivo do loteamento e no instrumento de compra e venda de cada lote. A conexão das redes particulares às redes coletoras de esgoto, já mencionadas ocorrerá neste caso após o início da operação da ETE-RP. Com relação a este tipo de tratamento são impostas duas condições restritivas, a primeira considera que dos 1225 lotes, 155 com área igual ou inferior a 250 m² terão a sua ocupação condicionada ao início da operação da ETE-RP. Para os demais lotes, com área superior a 250 m², será exigido a coleta, tratamento e disposição dos esgotos por meio de tanque séptico e poço absorvente.

O projeto do sistema de drenagem foi concebido através de um projeto paisagístico, considerando aspectos ambientais, vinculado à preocupação da contenção das águas pluviais da área, principalmente com relação a macro-drenagem. O sistema de micro-drenagem segue os aspectos tradicionais de projetos similares de redes coletoras de águas pluviais, com galerias, sarjetas e guias e bocas de lobo, fazendo a interligação com a macro-drenagem. Esta é composta por lagoas de contenção que atendem a mais de 50% dos lotes da área, que compõem o projeto paisagístico, ao qual será associado um programa de educação ambiental, com a inserção de tilápias para controle da qualidade da água. Isto por que ao se constituírem em barreiras de contenção, ou seja, mecanismos reguladores, e não lagoas do tipo criadouros, estas bacias recebem o carreamento de resíduos químicos e outros poluentes, gerando problemas relacionados à contaminação das águas e dos peixes.

Assim, os programas para as bacias de contenção deverão priorizar o monitoramento periódico da qualidade das águas, de acordo com os padrões estabelecidos pela CETESB e ainda, a área deverá apresentar placas sinalizadoras e informativas referentes à proibição de atividades, tais como pesca e banho nas lagoas.

A paisagem correspondente ao curso d'água (córrego) encontrava-se degradada, necessitando de reabilitação da área no tocante ao reaproveitamento da mata ciliar, descarga de esgotos, etc. Esta área deverá compor o conjunto paisagístico associado à unidade da encosta, citada anteriormente, formando um parque destinado não apenas à conservação dos recursos naturais existentes, mas também à implantação de um centro de lazer ao redor das bacias.

O sistema de coleta de águas pluviais é composto de cinco redes, sendo que apenas em uma delas, as águas pluviais não serão lançadas no sistema de contenção, mas no córrego principal da área. A vazão calculada para este lançamento é da ordem de $8,00 \text{ m}^3/\text{s}$, equivale a uma velocidade de $8,15 \text{ m/s}$ e representa 43% da vazão total relacionada ao loteamento. Em razão das características locais, o impacto negativo do lançamento direto no córrego deverá ser mitigado com dissipadores de energia. Ocorrem enchentes em quatro pontos a jusante do empreendimento, daí a necessidade da utilização das bacias de contenção integradas a outras medidas já estudadas pelo órgão da prefeitura responsável.

4.3.4 ANÁLISES DO PROJETO

A matriz resultante, da análise realizada neste projeto, é apresentada na figura 4.3 ao final desta seção, sendo que cada um dos itens dos subsistemas avaliados, são comentados a seguir.

4.3.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA CAPTAÇÃO

Partes do subsistema: captação subterrânea de água com bomba submersa

Análise:

D1-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D1-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D1-3→N: Existe disponibilidade hídrica para atender à demanda do projeto, mas não foi verificada a existência de uma política de conservação de recursos hídricos, na qual o projeto esteja inserido, ou muito menos que existam medidas para a conservação dos mesmos;

D1-4→F: O projeto não altera as condições de potabilização da água, uma vez que a mesma é proveniente de poço subterrâneo;

D1-5→N: O projeto do sistema de captação não altera a área com cobertura vegetal;

D1-6→N: O projeto do sistema de captação não altera a área com cobertura vegetal nativa;

D1-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D1-9→N: O sistema de abastecimento de água em Ribeirão Preto é feito através de poços subterrâneos, sem outra alternativa a não ser a captação por meio de bombeamento, utilizando energia elétrica. Além disso não foram previstas medidas para a conservação da energia;

D1-10→D: Utiliza sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

D1-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D1-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D1-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D1-14→D: Existe ecossistema de especial interesse, que é o Aquífero Botucatu que alimenta todos os poços explorados para abastecimento de água na cidade. Nos últimos anos a exploração excessiva deste recurso vem trazendo problemas na captação de outros poços, assim, a utilização deste recurso vem se configurando como um impacto negativo;

D1-15→D: O projeto não causa impactos positivos para o meio ambiente, porém ao utilizar os recursos do Aquífero Botucatu, seria interessante que o projeto englobasse medidas que trouxessem benefícios ambientais para o mesmo;

D1-16→N: A falha no sistema de distribuição de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.3.4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE

Parte do subsistema: adutora

Análise:

D2-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D2-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D2-3→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de transporte como o próprio nome diz, não interfere na disponibilidade hídrica;

D2-4→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de transporte como o próprio nome diz, não interfere na qualidade da água;

D2-5→N: O projeto do sistema de transporte não altera a área com cobertura vegetal;

D2-6→N: O projeto do sistema de transporte não altera a área com cobertura vegetal nativa;

D2-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D2-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D2-9→N: A adutora é apenas um meio de transporte da captação para a distribuição, neste caso, assim, não influi no consumo de energia elétrica;

D2-10→D: A adutora, para enviar a água ao sistema de distribuição, precisa do sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

D2-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D2-14→N: Não foi verificada a existência de ecossistema de especial interesse vinculado ao projeto do sistema de transporte/adutora, porém considerou-se na análise a opção sem construção como sendo a mais favorável;

D2-15→N: Em termos ambientais o projeto do sistema de transporte não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais e os mesmos não são imprescindíveis;

D2-16→N: A falha no sistema de transporte de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.3.4.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA DISTRIBUIÇÃO

Partes do subsistema: reservatório e rede de distribuição

Análise:

D4-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D4-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D4-3→N: De acordo com os dados do projeto, existe disponibilidade hídrica, porém não foram tomadas medidas para a conservação do recurso hídrico (Aqüífero Botucatu) em termos do controle da água consumida pelo empreendimento;

D4-4→F: O projeto não altera a qualidade da água;

D4-5→N: O projeto do sistema de distribuição de água não altera a área com cobertura vegetal;

D4-6→N: O projeto do sistema de distribuição de água não altera a área com cobertura vegetal nativa;

D4-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D4-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D4-9→F: A distribuição de água é feita por gravidade, sem que ocorra consumo de energia elétrica;

D4-10→F: Não utiliza fontes energéticas;

D4-11→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de distribuição não influi na geração de resíduos;

D4-12→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de distribuição não influi na geração e destinação dos resíduos;

D4-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D4-14→F: Não existe ecossistema de especial interesse associado ao projeto de distribuição de água;

D4-15→N: O projeto não causa impactos positivos para o meio ambiente e os mesmos não são imprescindíveis;

D4-16→N: A falha no sistema de distribuição de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.3.4.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E TRANSPORTE

Parte do subsistema: rede coletora de esgoto

Análise:

E1-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

E1-2→N: Embora exista um condicionante de ocupação do loteamento vinculado à ETE-RP, para os lotes com área menor ou igual a 250 m², os demais podem ser ocupados com a instalação de fossas sépticas e sistemas de infiltração no solo;

- E1-3→F:** O projeto prioriza o tratamento do esgoto, sem que ocorra descarga bruta em corpos d'água superficiais;
- E1-4→F:** O projeto pode vir a alterar as condições de potabilização da água, porém as diretrizes adotadas no projeto evitam que a carga de esgoto gerada seja despejada em qualquer corpo d'água sem o devido tratamento para a disposição final;
- E1-5→N:** O projeto da rede de coleta de esgoto não altera a área com cobertura vegetal;
- E1-6→N:** O projeto da rede de coleta de esgoto não altera a área com cobertura vegetal nativa;
- E1-7→N:** O projeto não altera as características da qualidade do ar;
- E1-8→N:** O projeto não altera o micro-clima;
- E1-9→F:** Não ocorre consumo de energia elétrica;
- E1-10→F:** Não utiliza fontes energéticas;
- E1-11→N.A. :** Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;
- E1-12→F:** Ocorrerá o tratamento dos esgotos gerados, minimizando os impactos gerados;
- E1-13→N.A. :** Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;
- E1-14→F:** Existe ecossistema de especial interesse associado ao projeto, porém o mesmo não provoca impactos negativos;
- E1-15→F:** O projeto causa impactos positivos para o meio ambiente ao priorizar o tratamento dos resíduos gerados;
- E1-16→N:** A falha na rede coletora de esgoto é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.3.4.5 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MICRO-DRENAGEM

Partes do subsistema: rede coletora de águas pluviais, disposição final

Análise:

F1-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

F1-2→F: Não ocorre lançamento ou deposição de contaminantes no solo;

F1-3→N: Na micro-drenagem não está contemplada a conservação dos recursos hídricos;

F1-4→D: O projeto de micro-drenagem não contribui para a melhoria da qualidade da água;

F1-5→N: O projeto da rede coletora de águas pluviais não altera a área com cobertura vegetal;

F1-6→N: O projeto da rede coletora de águas pluviais não altera a área com cobertura vegetal nativa;

F1-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

F1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

F1-9→F: Não ocorre consumo de energia elétrica;

F1-10→F: Não utiliza fontes energéticas;

F1-11→D: O sistema de micro-drenagem acaba carregando os resíduos depositados nas ruas, que acabam sendo levados para a rede. O projeto poderia contemplar medidas para a retenção dos mesmos;

F1-12→D: As águas pluviais são encaminhadas para o sistema de lagoas de contenção, onde os resíduos transportados pela rede acabam se acumulando. Assim, ao longo do tempo ocorrerá o assoreamento das lagoas, sendo necessárias, depois de um tempo, medidas para reverter este quadro;

F1-13→F: O sistema não é centralizado, pois se ramifica em seis redes que descarregam a água coletada em pontos separados;

F1-14→F: Existe ecossistema de especial interesse associado ao projeto e o mesmo contribui para a sua recuperação;

F1-15→F: O projeto causa impactos positivos para o meio ambiente ao contribuir para a recuperação da área;

F1-16→N: A falha na rede coletora de águas pluviais é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.3.4.6 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: SUBSISTEMA MACRO-DRENAGEM

Partes do subsistema: lagoas de contenção

Análise:

F2-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

F2-2→F: Não ocorre lançamento ou deposição de contaminantes no solo;

F2-3→F: O projeto prevê a recuperação da área degradada e o monitoramento das condições das lagoas para fins paisagísticos;

F2-4→F: O projeto contempla medidas para o controle da qualidade das águas das lagoas de contenção;

F2-5→F: Através do projeto do sistema de macro-drenagem foi elaborado um projeto paisagístico que contempla o plantio de vegetação;

F2-6→F: De acordo com o projeto paisagístico, deverão ser adotadas medidas para a manutenção das espécies arbóreas nativas e o plantio de novas mudas das mesmas espécies;

F2-7→F: O projeto pode provocar alterações das características de qualidade do ar, por exemplo mau cheiro provocado por alterações na qualidade da água, porém elas não acarretam danos à saúde humana ou à qualidade ambiental;

F2-8→F: A construção das lagoas de contenção gera uma área completamente nova em termos paisagísticos e climáticos, melhorando as condições locais;

F2-9→F: Não ocorre consumo de energia elétrica;

F2-10→F: Não utiliza fontes energéticas;

F2-11→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

F2-12→N: O projeto não gera resíduos;

F2-13→F: As lagoas concentram a água pluvial, mas depois as dispersam num ritmo mais adequado às condições naturais;

F2-14→F: Existe ecossistema de especial interesse associado ao projeto e o mesmo contribui para a sua recuperação;

F2-15→F: O projeto gera benefícios ambientais que vão além das expectativas;

F2-16→N: A falha no sistema de lagoas de contenção pode vir a trazer riscos ao meio ambiente, porém os mesmos não são significativos e podem ser facilmente remediados.

QUADRO RESUMO 4.3: PROJETO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA – MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO/SP

SUB – COMPONENTE	F	D	N	I	X	N.A.	PRINCIPAIS CAUSAS DA TENDÊNCIA DESFAVORÁVEL	CORREÇÕES POSSÍVEIS
Captação	2	3	8	0	3	0	Utiliza matriz energética que causa impactos ambientais significativos. Capta água de aquífero, que vem sendo muito explorado, gerando problemas de abastecimento.	Utilizar ou verificar a possibilidade de utilização de fontes energéticas renováveis e menos impactantes. Estudar a possibilidade de utilização de outra forma de captação, como por exemplo a superficial.
Transporte	1	1	9	0	5	0	Utiliza matriz energética que causa impactos ambientais significativos.	Verificar a possibilidade de utilização de outro tipo de matriz energética.
Tratamento								
Distribuição	5	0	8	0	3	0		
Coleta e Transporte	7	0	7	0	0	2		
Tratamento e Disposição								
Micro-Drenagem	6	3	7	0	0	0	Não contribui para a melhoria da qualidade da água. Contribui para o carreamento de resíduos para o corpo receptor, trazendo problemas de assoreamento no futuro.	Utilização de alternativas de projeto que permitam a retenção das águas pluviais nos lotes.
Macro-Drenagem	12	0	3	0	0	1		

INTERVENÇÃO URBANA																
FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO																
Sistema de abastecimento de água																
Sistema de esgotamento sanitário																
Sistema de drenagem																
Variáveis de controle		Fator	Critério	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2					
				Captação	Transporte	Tratamento	Distribuição	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição	Micro-drenagem	Macro-Drenagem					
CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	Solo	1	Perda de Solo	D1-1	D2-1	D3-1	D4-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1					
		2	Deposição de contaminantes	D1-2	D2-2	D3-2	D4-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2					
	Água	3	Política de conservação	D1-3	D2-3	D3-3	D4-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3					
		4	Alleração	D1-4	D2-4	D3-4	D4-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4					
		5	Varição da Cobertura Vegetal	D1-5	D2-5	D3-5	D4-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5					
		6	Varição de Cobertura Vegetal espécies nativas	D1-6	D2-6	D3-6	D4-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6					
	Vegetação	7	Emissões atmosféricas	D1-7	D2-7	D3-7	D4-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7					
		8	Conforto ambiental	D1-8	D2-8	D3-8	D4-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8					
	Ar	9	Política de redução	D1-9	D2-9	D3-9	D4-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9					
		10	Incidência de fontes renováveis	D1-10	D2-10	D3-10	D4-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10					
	CLIMA	Consumo	11	Política de minimização	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11				
			12	Adequação dos processos	D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12				
	ENERGIA	Matriz	13	Taxa de ocupação e índice de aproveitamento Aproximação aos ciclos naturais	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13				
			14	Dano ao objeto de interesse	D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14				
	RESÍDUOS	Destinação	15	Ações de regeneração, conservação, preservação	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15				
			16	Potencial	D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16				
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	Ambiente construído	Águas residuárias e pluviais	Fragéis Protegidos	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11					
				D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12					
ECOSSISTEMAS DE ESPECIAL INTERESSE	Impactos negativos	Impactos Positivos	Protegidos	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13					
				D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14					
BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	Impactos Positivos	Protegidos	Protegidos	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15					
				D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16					
RISCOS AMBIENTAIS	Impactos Positivos	Protegidos	Protegidos	D1-17	D2-17	D3-17	D4-17	E1-17	E2-17	F1-17	F2-17					
				D1-18	D2-18	D3-18	D4-18	E1-18	E2-18	F1-18	F2-18					

Figura 4-3: Matriz de análise do projeto dos sistemas de saneamento do loteamento Nova Aliança – Município de Ribeirão Preto/SP

4.3.5 AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO

Ao incorporar medidas que dão prioridade ao meio ambiente, na elaboração dos projetos que compõem o loteamento residencial, a tendência geral de sustentabilidade do empreendimento foi favorável, mesmo com a grande quantidade de tendências neutras presentes nas análises. Além disso, a exigência de apresentação de um estudo de impacto ambiental, permitiu que muitas informações alimentassem o processo de análise, deixando mais claros os pressupostos do empreendimento.

As tendências neutras ocorreram basicamente em função da presença dos projetos não causar quaisquer variações nas condições locais do meio ambiente. Para aquelas situações em que se verificaram tendências desfavoráveis, mais uma vez sua ocorrência se dá em função da utilização de uma matriz energética impactante e de não estarem previstas no projeto medidas para redução do consumo de energia elétrica, mesmo que seja apenas para a captação de água. Porém, especificamente no caso deste empreendimento existem outros fatores de maior peso. Um destes fatores se verifica no sistema de abastecimento, com a exploração do poço subterrâneo. Embora isoladamente não pareça representar um problema sério, num contexto geral a situação se inverte, principalmente por que no caso da cidade de Ribeirão Preto, o abastecimento é totalmente dependente da exploração da água subterrânea oriunda do Aquífero Botucatu Pirambóia. Essa exploração vem se intensificando nos últimos anos, trazendo problemas sérios, como por exemplo o rebaixamento do nível da água e a diminuição da área de recarga do Aquífero, que vem afetar o fornecimento de água em vários pontos da cidade. Para este caso seria interessante estudar a possibilidade de exploração de outra fonte de abastecimento, como por exemplo a superficial. Embora isso não seja função do projeto, o estudo desta possibilidade ajudaria nos esforços para que a empresa responsável pelo abastecimento de água na cidade investisse na exploração de outros recursos, ajudando a preservar o Aquífero.

O outro ponto desfavorável verificado foi com relação ao sistema de micro-drenagem, pois embora seja um sistema cuja técnica é largamente empregada em empreendimentos similares no Brasil, tem a desvantagem de não permitir a retenção das águas pluviais no terreno, dando preferência ao escoamento superficial. Neste caso, além de ocorrer um aumento da velocidade de escoamento da água, ocorre também o transporte de partículas que com o tempo sedimentam e acumulam no fundo das lagoas de contenção, sendo então necessárias medidas para reverter este quadro. Seria interessante que no projeto fossem incorporadas técnicas que favoreçam a retenção das águas pluviais e a infiltração no solo.

4.4 PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA—MUNICÍPIO DE TAQUARITUBA/SP

4.4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

O projeto de Engenharia do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Taquarituba tem como objetivo estudar o sistema existente e suas modificações ao longo do tempo para propor modificações e novas configurações, para a sua reformulação. Assim, foi proposta uma modificação do sistema de captação de água, considerando as demandas de consumo atual e futura, a implantação de uma nova adutora, a construção de um novo reservatório e modificações na estação de tratamento de água existente. A partir disto são colocadas diretrizes para a implantação de novas redes de distribuição de água.

A captação deve ser modificada em função de problemas de turbidez e ocupação desordenada que vêm contribuindo para o comprometimento do manancial utilizado. Assim, uma nova área será utilizada para a captação superficial. Além disso a captação existente, que consiste de uma barragem

em concreto armado, apresenta um volume de acumulação reduzido também problemas de assoreamento.

A Estação de Tratamento de Água – ETA existente é do tipo convencional com sistema de entrada, caixa de areia, flocculador, decantador, filtros e casa de química. Não existe medidor de vazão na ETA e a vazão produzida é estimada. O flocculador tem apresentado problemas de curto-circuito e os filtros existentes não estão dando conta do volume de água consumido atualmente.

Em termos populacionais foi feito um novo estudo com uma projeção de vinte anos, ao final deste período estima-se uma população de 23.802 habitantes, com saturação do sistema previsto para uma população de 40.502 habitantes. Tais medidas visam alterar o índice de atendimento de água potável de 83% para 95% e diminuindo as perdas dos atuais 25% para 20%, esperando-se que sejam tomadas medidas para que este valor diminua ainda mais.

A área a ser utilizada para a reconfiguração do projeto está inserida em área já urbanizada, sem apresentar problemas com relação a ecossistemas e erosão. A única área de preocupação é a captação, onde medidas de controle das áreas de ocupação são recomendadas para a conservação da qualidade das águas do manancial. Para o cumprimento destas modificações o projeto foi configurado para ser implantado em duas etapas no horizonte de vinte anos.

4.4.2 LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os dados obtidos para a análise dos projetos podem ser conferidos no quadro 4.4.

QUADRO 4.4: CHECAGEM DAS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Listagem	Condição		
	Completo	Incompleto	Dado não obtido
a)Dados sobre características anteriores à implantação			
Levantamento planialtimétrico	-	-	X
Caracterização geológica e pedológica	-	X	-
Caracterização climatológica e hidrográfica	-	-	X
Levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s)	-	X	-
Localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal	-	-	X
Caracterização ecológica com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação	-	X	-
Dados de qualidade das águas e do ar	X	-	-
Localização e dimensões do sistema viário	-	-	X
Cadastramento de edificações existentes	-	X	-
Demarcações de restrições legais à utilização de partes do terreno ou da área	X	-	-
Caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente	X	-	-
Levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponíveis, com identificação da respectiva matriz	-	X	-
b)Características técnicas do projeto	Completo	Incompleto	Dado não obtido
Partes constituintes do sistema	X	-	-
Capacidades e dimensões	X	-	-
Tipologia das instalações	X	-	-
Interfaces com o sistema existente	X	-	-

Os dados obtidos são provenientes do memorial descritivo e técnico do projeto de reformulação do sistema de abastecimento de água, cujas informações basicamente são de ordem técnica do sistema em si. Existem algumas caracterizações das áreas do projeto, mas enfocando as partes constituintes do sistema. Os dados considerados incompletos foram obtidos

através de informações superficiais sem um maior detalhamento ou esclarecimento.

4.4.3 DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO

Conforme mencionado anteriormente, o projeto visa a reformulação do sistema de abastecimento existente na cidade de Taquarituba, envolvendo os seguintes componentes: captação, adução, reservação e tratamento.

A captação ocorrerá em outro córrego, diferente daquele utilizado atualmente, abrangendo uma área contribuinte de 35,5 Km², protegida, ocupada por culturas agrícolas e pastagens. A vazão mínima prevista é de cerca de 70 l/s e a máxima é de 21 m³/s. O sistema atual será conservado para ser utilizado em situações de emergência. Na captação haverá uma barragem para alteamento do nível de água, caixa de areia, grade e estação elevatória com bombas instaladas, na primeira etapa serão recalçados cerca de 50 l/s, enquanto na segunda serão 70 l/s. Para a instalação e operação das bombas será necessária a colocação de uma rede elétrica.

Da captação sairá uma adutora de ferro fundido que seguirá até a ETA. Terá 2447 metros de extensão, vencendo um desnível de 39,40 metros, da captação seguirá um pequeno trecho aparente, entrando logo em seguida no terreno, onde ficará enterrada, passando por área urbana, não havendo ecossistemas ou paisagens que possa interferir.

A ETA é de sistema convencional conforme mencionado anteriormente e receberá como melhorias na primeira etapa a colocação de um canal de entrada de água bruta com um medidor Parshall, remanejamento das tubulações de saída dos filtros, instalação de dois dosadores de sulfato de alumínio, enquanto na segunda etapa serão instalados dois filtros de dupla camada (areia e antracito) e substituídos os leitos filtrantes das unidades existentes. Na primeira etapa a ETA operará com uma vazão nominal de 50 l/s,

enquanto na Segunda esta vazão será de 70 l/s. Será realizada a pré e a pós cloração e logo em seguida a água tratada será encaminhada, por gravidade, até o sistema de reservação. Não existe nenhuma recomendação sobre a destinação do lodo proveniente do sistema de decantação e filtragem.

No sistema de reservação existem atualmente dois reservatórios, um enterrado com capacidade para 650 m² e que está ligado a um outro reservatório elevado com 200 m³ que alimenta a rede de distribuição da cidade. Para a reformulação do sistema de abastecimento de água será construído outro reservatório enterrado, logo na primeira etapa, com capacidade para 1008 m³, que operará interligado com o de 650 m³ e ambos alimentarão a estação elevatória existente que recalca para o reservatório elevado.

4.4.4 ANÁLISES DO PROJETO

A matriz resultante, da análise realizada neste projeto, é apresentada na figura 4.4 ao final desta seção, sendo que cada um dos itens dos subsistemas avaliados, são comentados a seguir.

4.4.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA CAPTAÇÃO

Parte do subsistema: captação superficial de água com estação elevatória

Análise:

D1-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D1-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D1-3→N: Existe disponibilidade hídrica para atender à demanda do projeto, mas não foi verificada a existência de uma política de conservação de recursos hídricos, na qual o projeto esteja inserido, existem apenas recomendações com relação à ocupação das áreas próximas ao manancial;

D1-4→F: O projeto não altera as condições de potabilização da água;

D1-5→I: Os dados fornecidos são insuficientes para avaliar se houve ou não variação da cobertura vegetal e qual a sua amplitude;

D1-6→I: Os dados fornecidos são insuficientes para avaliar se houve ou não variação da cobertura vegetal nativa e qual a sua amplitude;

D1-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D1-9→N: Não foi prevista alternativa ao projeto que acarrete menor consumo de energia, existe disponibilidade energética, porém medidas para a redução do consumo não foram adotadas;

D1-10→D: Utiliza sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

D1-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D1-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D1-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D1-14→D: Existe ecossistema de especial interesse, que é o manancial e a mata ciliar próxima, a captação pode afetar o fluxo do seu escoamento e a construção da captação pode estimular a ocupação da área de mata ciliar, principalmente se não forem tomadas medidas;

D1-15→D: O projeto não causa impactos positivos para o meio ambiente, porém ao utilizar os recursos do manancial, seria interessante que o projeto englobasse medidas que trouxessem benefícios ambientais para o mesmo, com o controle, conservação da área próxima;

D1-16→N: A falha no sistema de captação de água não acarreta riscos ao meio ambiente.

4.4.4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRANSPORTE

Parte do subsistema: adutora de água bruta

Análise:

D2-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D2-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

D2-3→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de transporte, não interfere na disponibilidade hídrica;

D2-4→X: Não foi verificado cruzamento, pois o sistema de transporte, não interfere na qualidade da água;

D2-5→N: O projeto do sistema de transporte não altera a área com cobertura vegetal, pois atravessa em sua maior parte área urbana;

D2-6→N: O projeto do sistema de transporte não altera a área com cobertura vegetal nativa, pois atravessa em sua maior parte área urbana;

D2-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D2-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D2-9→N: A adutora é um meio de transporte da captação para a distribuição, neste caso, assim, não influi no consumo de energia elétrica;

D2-10→D: A adutora, para enviar a água ao sistema de distribuição, precisa do sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes. Neste caso como o subsistema precisa do sistema de bombeamento, acaba se enquadrando numa condição desfavorável;

D2-11→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-12→X: Não foi verificado cruzamento;

D2-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D2-14→N: Não foi verificada a existência de ecossistema de especial interesse vinculado ao projeto do sistema de transporte/adutora, porém considerou-se na análise a opção sem construção como sendo a mais favorável;

D2-15→N: Em termos ambientais o projeto do sistema de transporte não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais e os mesmos não são imprescindíveis;

D2-16→N: A falha no sistema de transporte de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

4.4.4.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: SUBSISTEMA TRATAMENTO

Partes do subsistema: estação de tratamento de água e reservatórios

Análise:

D3-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

D3-2→I: Não foi informado no projeto o que é feito com o lodo proveniente da ETA, assim, pode ser que o mesmo seja lançado no solo, em todo caso fica a dúvida;

D3-3→N: Existe disponibilidade hídrica, a partir da reformulação do sistema de abastecimento de água, porém não existem políticas concretas de conservação dos recursos hídricos, apenas recomendações;

D3-4→F: O projeto melhora a qualidade da água para o consumo, potabilizando-a;

D3-5→N: Não ocorre alteração da área com cobertura vegetal, pois o projeto já estava inserido em área urbanizada;

D3-6→N: Não ocorre alteração da área com cobertura vegetal nativa, pois o projeto já estava inserido em área urbanizada;

D3-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

D3-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

D3-9→N: Não foi prevista outra alternativa com menor consumo de energia e muito menos medidas para diminuição do consumo, apesar de existir disponibilidade hídrica suficiente;

D3-10→D: Utiliza sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

D3-11→D: Gera resíduos provenientes da decantação e dos filtros, sendo que não são utilizadas medidas para a sua minimização;

D3-12→D: Não é indicada a destinação dos resíduos;

D3-13→X: Não foi verificado cruzamento, pois a distribuição espacial aplica-se nos casos de ambiente construído, sistemas de esgotamento sanitário e drenagem urbana;

D3-14→N: Não foi verificada a existência de ecossistema de especial interesse vinculado ao projeto;

D3-15→F: Em termos ambientais o projeto do sistema de tratamento de água não causa impactos positivos que acarretem benefícios ambientais, porém os mesmos seriam imprescindíveis, pois é gerado lodo e não é indicada a sua destinação;

D3-16→N: A falha no sistema de tratamento de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

QUADRO RESUMO 4.4: PROJETO DE ENGENHARIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – MUNICÍPIO DE TAQUARITUBA/SP

SUB – COMPONENTE	F	D	N	I	X	N.A.	PRINCIPAIS CAUSAS DA TENDÊNCIA DESFAVORÁVEL	CORREÇÕES POSSÍVEIS
Captação	2	3	6	2	3	0	Utiliza energia elétrica proveniente de matriz impactante. Explora recurso natural, manancial, sem que sejam adotadas medidas eficazes de monitoramento e controle que estejam efetivadas em políticas de conservação de recursos hídricos	Utilizar outras fontes de energia renovável menos impactantes. Adotar medidas eficazes para monitoramento e controle do manancial de abastecimento de água.
Transporte	1	1	9	0	5	0	Necessita de outro subsistema que consome energia elétrica proveniente de matriz impactante para o seu funcionamento.	O outro subsistema deve utilizar recursos energéticos provenientes de fontes renováveis menos impactantes, revertendo o quadro de consumo energético da atual matriz.
Tratamento	2	3	9	1	1	0	Utiliza energia elétrica proveniente de matriz impactante. Gera resíduos que não possuem destinação adequada especificada no projeto e não são tomadas medidas para a sua minimização.	Utilizar fonte energética alternativa que acarrete menos impactos ambientais. Especificar destinação adequada para os resíduos gerados no tratamento da água e estudar formas de minimização para a destinação.
Tratamento e Disposição								
Micro-Drenagem								
Macro-Drenagem								

INTERVENÇÃO URBANA																	
FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO																	
Sistema de abastecimento de água																	
Sistema de esgotamento sanitário																	
Sistema de drenagem																	
Variáveis de controle		Fator	Critério	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2						
				Captação	Transporte	Tratamento	Distribuição	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição	Micro-drenagem	Macro-Drenagem						
CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	Solo	1	Erosão	Perda de Solo	D1-1	D2-1	D3-1	D4-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1					
		2	Contaminação	Deposição de contaminantes	D1-2	D2-2	D3-2	D4-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2					
	Água	3	Disponibilidade	Política de conservação	D1-3	D2-3	D3-3	D4-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3					
		4	Qualidade	Alleração	D1-4	D2-4	D3-4	D4-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4					
		5	Cobertura vegetal	Varição da Cobertura Vegetal	D1-5	D2-5	D3-5	D4-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5					
		6	Cobertura com espécies nativas	Varição de Cobertura Vegetal Nativa	D1-6	D2-6	D3-6	D4-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6					
	Vegetação	7	Qualidade	Emissões atmosféricas	D1-7	D2-7	D3-7	D4-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7					
		8	Microclima	Conforto ambiental	D1-8	D2-8	D3-8	D4-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8					
	Ar	9	Consumo	Política de redução	D1-9	D2-9	D3-9	D4-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9					
		10	Matriz	Incidência de fontes renováveis	D1-10	D2-10	D3-10	D4-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10					
	CLIMA	ENERGIA	11	Gereração	Política de minimização	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11				
			12	Destinação	Adequação dos processos	D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12				
	RESÍDUOS	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	13	Dispersão	Taxa de ocupação e índice de aproveitamento Aproximação aos ciclos naturais	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13				
			14	Impactos negativos	Dano ao objeto de interesse	D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14				
	BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	ECOSSISTEMAS DE ESPECIAL INTERESSE	15	Impactos Positivos	Ações de regeneração, conservação, preservação	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15				
			16	Ocorrência	Potencial	D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16				
RISCOS AMBIENTAIS																	

Figura 4.4: Matriz de análise do projeto de engenharia do sistema de abastecimento de água – Município de Taquarituba/SP

4.4.5 AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO

Os projetos dos sistemas apresentaram, numa análise geral de sua tendência de sustentabilidade, uma condição de neutralidade, principalmente em função de não ocorrerem variações nas condições do meio ambiente. Apesar de existirem situações em que a tendência de sustentabilidade foi favorável, as mesmas acabaram sendo anuladas pelas desfavoráveis. Tal fato se confirma, principalmente no caso do projeto da Estação de Tratamento de Água, onde apesar de ser gerado um benefício, decorrente do tratamento da água para a sua potabilização, este acaba sendo prejudicado por não ser feita uma especificação da destinação dos resíduos gerados pelo tratamento.

Outro fator desfavorável é que não são tomadas medidas para a minimização dos resíduos, o que potencialmente, diminuiria o volume que seria encaminhado para a destinação final. Desta forma, o projeto deve contemplar estas questões, para que o benefício gerado pelo tratamento da água seja eficaz.

No abastecimento de água, em particular na captação, estão faltando especificações que tenham como meta o controle e o monitoramento da área de captação, de modo a garantir a preservação do manancial que está sendo explorado. Estas especificações são necessárias, uma vez que no próprio projeto são descritas algumas possibilidades de ameaças para a manutenção deste recurso natural.

Para todos os sistemas a tendência desfavorável foi comum para os fatores consumo energético e matriz energética. Deste modo, devem ser estudadas outras fontes renováveis de energia elétrica que sejam menos impactantes, diminuindo a utilização da matriz energética atual.

4.5 PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE ELIAS FAUSTO/SP

4.5.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

O projeto do sistema de esgotos sanitários do município de Elias Fausto-SP, compreende a construção de uma estação elevatória de esgotos, adutora e de uma Estação de Tratamento de Esgotos.

A elevatória se interligará à ETE, através da adutora, bombeando uma vazão no fim do período do projeto (horizonte de vinte anos) de 46,4 l/s. A ETE visa atender a uma população, também no horizonte de vinte anos, em torno de 13.556 habitantes. O sistema será composto de caixa de areia e medidor Parshall, duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa, três lagoas de maturação, emissário final e medidores de vazão junto à sua saída. Localiza-se próximo ao córrego onde fará o despejo do esgoto tratado. A implantação destes projetos será feita em duas etapas conforme o crescimento da demanda, mas considerando todo o horizonte de vinte anos.

a área do projeto não se encontra afetada por erosão ou qualquer outro tipo de restrição à ocupação.

4.5.2 LISTAGEM DE INFORMAÇÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os dados obtidos para a análise dos projetos podem ser conferidos na quadro 4.5.

QUADRO 4.5: CHECAGEM DAS INFORMAÇÕES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.

Listagem	Condição		
	Completo	Incompleto	Dado não obtido
a)Dados sobre características anteriores à implantação			
Levantamento planialtimétrico	-	-	X
Caracterização geológica e pedológica	-	X	-
Caracterização climatológica e hidrográfica	-	-	X
Levantamento da rede hidrográfica, com a caracterização da(s) bacia(s)	-	-	X
Localização, quantificação e tipologia da cobertura vegetal	-	-	X
Caracterização ecológica com identificação de fatores de interesse (físicos e biológicos) e de condições de degradação	-	-	X
Dados de qualidade das águas e do ar	-	-	X
Localização e dimensões do sistema viário	-	-	X
Cadastramento de edificações existentes	-	-	X
Demarcações de restrições legais à utilização de partes do terreno ou da área	-	X	-
Caracterização do(s) sistema(s) de saneamento existente	-	X	-
Levantamento da(s) fonte(s) energética(s) disponíveis, com identificação da respectiva matriz	-	X	-
b)Características técnicas do projeto	Completo	Incompleto	Dado não obtido
Partes constituintes do sistema	X	-	-
Capacidades e dimensões	X	-	-
Tipologia das instalações	X	-	-
Interfaces com o sistema existente	X	-	-

Os dados obtidos são provenientes do memorial descritivo e técnico do projeto da estação elevatória e de tratamento de esgoto, a maior parte dos dados fornecidos são de ordem técnica, ou seja dimensionamento dos sistemas. Existem muito poucos dados com relação ao meio ambiente ou áreas críticas. Pode até ser que tais dados existam, mas não foram obtidos.

4.5.3 DIRETRIZES E CONCEPÇÃO DO PROJETO

O sistema foi concebido da seguinte forma, os esgotos coletados da rede da cidade serão encaminhados para uma estação elevatória localizada junto à área que será destinada ao tratamento, próximo ao córrego receptor. Na primeira etapa espera-se atender a uma vazão de 28,85 l/s e posteriormente atender, no fim de plano, a vazão de 46,4 l/s. Será construído um poço de sucção, sendo que antes, na chegada da tubulação, existirá um cesto para reter detritos. As bombas funcionarão em ciclos, onde os esgotos acumulados terão um tempo de detenção. Verificou-se que com um conjunto dimensionado para fim de plano, o gasto de energia seria muito maior do que o necessário durante a etapa inicial do projeto, assim, o projeto estará dividido em duas etapas, na primeira os motores instalados atenderão à mesma e serão substituídos por novos conjuntos com maior potência na Segunda etapa.

A linha que recalcará os esgotos, da estação elevatória até a caixa que antecede a caixa de areia, terá uma extensão de 180 metros, vencendo um desnível de 11 metros.

A adutora seguirá seu percurso até atingir o local onde está situada a ETE, neste ponto passará por um sistema dissipador de energia e logo em seguida pela caixa de areia e medidor Parshall. A caixa de areia terá dois canais que funcionarão alternadamente, possibilitando a limpeza que será feita através da remoção de caixas metálicas, depositando a areia do lado de fora para recolhimento posterior com carriola.

Com relação às lagoas, o início de sua operação será feito de modo a evitar o crescimento de vegetação tanto no fundo como nas margens. O lodo formado durante a operação das lagoas será retirado após o período de vinte anos e deverá ser lançado num leito de secagem ou numa lagoa de lodo, para secagem e posterior utilização como condicionante do solo. No projeto

sugere ainda como solução para a disposição final dos lodos: lançamento em aterro sanitário ou lançamento direto em alguma área agriculturável.

4.5.4 ANÁLISES DO PROJETO

A matriz resultante, da análise realizada neste projeto, é apresentada na figura 4.5 ao final desta seção, sendo que cada um dos itens dos subsistemas avaliados, são comentados a seguir.

4.5.4.1 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA COLETA E TRANSPORTE

Partes do subsistema: estação elevatória e adutora

Análise:

E1-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

E1-2→F: O projeto não lança ou deposita contaminantes no solo;

E1-3→N: Existe disponibilidade hídrica para atender à demanda do projeto, mas não foi verificada a existência de uma política de conservação de recursos hídricos;

E1-4→F: O projeto não altera as condições de potabilização da água;

E1-5→I: Os dados fornecidos são insuficientes para avaliar se houve ou não variação da cobertura vegetal e qual a sua amplitude;

E1-6→I: Os dados fornecidos são insuficientes para avaliar se houve ou não variação da cobertura vegetal nativa e qual a sua amplitude;

E1-7→N: O projeto não altera as características da qualidade do ar;

E1-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

E1-9→N: Não foi prevista alternativa ao projeto que acarrete menor consumo de energia, existe disponibilidade energética, porém medidas para a redução do consumo não foram adotadas;

E1-10→D: Utiliza sistema de bombeamento alimentado por energia elétrica proveniente de hidroelétricas, que resultam impactos ambientais significativos, apesar de não gerar poluentes;

E1-11→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

E1-12→F: Não ocorre geração de resíduos;

E1-13→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

E1-14→N: Não existe ecossistema de especial interesse associado ao projeto;

E1-15→F: O projeto foi concebido de modo que os esgotos não sejam lançados diretamente em corpos receptores, sem que passe por sistema de tratamento;

E1-16→N: Qualquer falha que venha a ocorrer no sistema pode ser facilmente remediada.

4.5.4.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: SUBSISTEMA TRATAMENTO

Parte do subsistema: estação de tratamento de esgoto

Análise:

E2-1→N: A área não é afetada por processo erosivo e o projeto não contribui para acelerá-lo;

E2-2→D: De acordo com o projeto dois resíduos serão originados do funcionamento da ETE: areia e lodo. No caso da areia depois de retirada da caixa de areia não fica muito clara qual a sua posterior destinação. Já para o lodo, existem sugestões para a sua destinação, mas nada muito concreto e com algumas sugestões que ainda geram dúvidas entre o meio técnico;

E2-3→F: O projeto ajuda na conservação da qualidade da água, favorecendo a disponibilidade hídrica, apesar de não estar contemplada uma política de conservação dos recursos hídricos;

E2-4→F: Através do tratamento dos esgotos o efluente tem características que facilitam um posterior tratamento para consumo e outros usos;

E2-5→I: Os dados são insuficientes para avaliar se houve variação da cobertura vegetal;

E2-6→I: Os dados são insuficientes para avaliar se houve variação da cobertura vegetal nativa;

E2-7→F: O projeto pode provocar alterações das características da qualidade do ar, porém estas não acarretam danos à saúde humana ou ao meio ambiente;

E2-8→N: O projeto não altera o micro-clima;

E2-9→F: No projeto não ocorre consumo de energia elétrica;

E2-10→F: Não utiliza fontes de matriz energética;

E2-11→N: O tipo de projeto implantado gera resíduos, mas não existem alternativas previstas com menor geração destes;

E2-12→N: No projeto são citadas algumas das formas possíveis para a destinação adequada dos resíduos, porém não estão concretas em ações definitivas, podendo ainda gerar impactos no meio ambiente;

E2-13→N.A. : Existe cruzamento, mas do modo como está apresentado o fluxograma a análise não se aplica;

E2-14→F: O ecossistema de especial interesse associado ao projeto é o córrego, que recebe o esgoto tratado, diminuindo os impactos negativos que existiriam com a sua ausência;

E2-15→F: Como o esgoto é tratado, acabam ocorrendo benefícios que vão além das expectativas, evitando a contaminação do córrego próximo;

E2-16→N: A falha no sistema de transporte de água é um risco que pode ser facilmente resolvido e sem maiores complicações.

QUADRO RESUMO 4.5: PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE ELIAS FAUSTO/SP

SUB – COMPONENTE	F	D	N	I	X	N.A.	PRINCIPAIS CAUSAS DA TENDÊNCIA DESFAVORÁVEL	CORREÇÕES POSSÍVEIS
Captação								
Transporte								
Tratamento								
Distribuição								
Coleta e Transporte	4	1	7	2	0	2	Utiliza energia elétrica de matriz impactante.	Utilizar outra fonte de energia renovável que seja menos impactante
Tratamento e Disposição	7	1	5	2	0	1	Não é especificada uma destinação adequada para os resíduos gerados no tratamento do esgoto.	Especificar uma destinação adequada para os resíduos, incluindo formas de controle e operação.
Micro- Drenagem								
Macro- Drenagem								

INTERVENÇÃO URBANA												
FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO												
Sistema de abastecimento de água			Sistema de esgotamento sanitário				Sistema de drenagem					
D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2					
Captação	Transporte	Tratamento	Distribuição	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição	Micro-drenagem	Macro-Drenagem					
Variáveis de controle CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	Solo	1	Perda de Solo	D1-1	D2-1	D3-1	D4-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1	
		2	Deposição de contaminantes	D1-2	D2-2	D3-2	D4-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2	
	Água	3	Política de conservação	D1-3	D2-3	D3-3	D4-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3	
		4	Alteração	D1-4	D2-4	D3-4	D4-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4	
	Vegetação	5	Varição da Cobertura Vegetal	D1-5	D2-5	D3-5	D4-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5	
		6	Varição da Cobertura Vegetal nativas	D1-6	D2-6	D3-6	D4-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6	
	Ar	7	Emissões atmosféricas	D1-7	D2-7	D3-7	D4-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7	
		8	Conforto ambiental	D1-8	D2-8	D3-8	D4-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8	
	CLIMA		9	Política de redução	D1-9	D2-9	D3-9	D4-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9
			10	Incidência de fontes renováveis	D1-10	D2-10	D3-10	D4-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10
	ENERGIA		11	Política de minimização	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11
			12	Adequação dos processos	D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12
	RESÍDUOS	Ambiente construído Águas residuais e pluviais	13	Traxa de ocupação e índice de aproveitamento	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13
			14	Aproximação aos ciclos naturais	D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14
	ECOSSISTEMAS DE ESPECIAL INTERESSE	Frágeis Protegidos	15	Dano ao objeto de interesse	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15
			16	Ações de regeneração, conservação, preservação	D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16
BENEFÍCIOS AMBIENTAIS												
RISCOS AMBIENTAIS												

Figura 4.5. Matriz de análise do projeto do sistema de esgotos sanitários de Elias Fausto/SP

4.5.5 AVALIAÇÃO FINAL DO PROJETO

O projeto dos sistemas de esgoto sanitário apresenta uma tendência geral de sustentabilidade favorável, principalmente em função da Estação de Tratamento de Esgoto. As tendências neutras verificadas ocorreram em função da inexistência de medidas concretas de controle dos seus respectivos fatores de análise. Apesar de ser gerado um benefício ambiental através do tratamento do esgoto, a única tendência desfavorável existente para este sistema é suficiente para anular tais benefícios. Isto por que no projeto não existe uma preocupação com os resíduos gerados no tratamento, sendo apenas citadas alguns tipos, porém nada que seja mais concreto. Desta forma devem ser especificadas medidas para o controle e o manuseio destes resíduos e especificada uma forma adequada para a destinação dos mesmos.

No sistema de coleta e transporte de esgoto, a tendência desfavorável ocorre em função da necessidade de bombeamento do esgoto até a Estação de Tratamento. Desta forma e em função da localização da própria estação, não existe outra alternativa para o projeto que evite o bombeamento e o consumo de energia elétrica. Assim, para que o quadro seja revertido, seria interessante que fosse estudada a utilização de uma fonte energética renovável menos impactante.

5. AVALIAÇÃO DO MÉTODO E DE SUA APLICAÇÃO

Os principais aspectos considerados para a avaliação do Método foram:

- Existência e qualidade dos dados associados a cada um dos projetos, permitindo a aplicação do Método;
- Aplicabilidade dos diversos instrumentos do Método, avaliando-se a sua coerência e a sua operacionalização, de modo a se obter as respostas esperadas (tendências de sustentabilidade, causas de tendências desfavoráveis, correções possíveis);
- Validade do Método na obtenção das respostas por meio de sua aplicação de modo a contribuir para uma análise da sustentabilidade ambiental dos projetos de sistemas urbanos de água, sistematizando as informações, apontando as tendências com suas causas e possíveis correções, facilitando tomadas de decisão.

A aplicação do Método em projetos de sistemas urbanos de água permitiu que fossem realizadas diversas observações, passando desde os dados fornecidos até a estrutura do próprio Método. Nos itens que seguem serão apresentadas as considerações e avaliações sobre cada um destes tópicos. A avaliação permitirá que se proponham correções e alterações, facilitando e tornando mais precisa a utilização desta ferramenta de análise.

5.1 AVALIAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS PARA A ANÁLISE DOS PROJETOS

Pode-se considerar que os dados fornecidos para a análise dos projetos são as informações que permitirão ao analista conhecer e visualizar o empreendimento. Desta forma a fonte dos dados interfere diretamente na qualidade das informações do projeto, permitindo uma análise mais profunda ou superficial, sendo primordial a identificação de sua origem.

Para as propostas do Método, informações que tenham uma base puramente técnica, cuja abordagem acabe ficando no dimensionamento das partes constituintes dos sistemas, não são suficientes para uma análise mais conclusiva em relação à sustentabilidade dos projetos. Isto porque propõe-se que os projetos sejam considerados inseridos dentro de um determinado contexto, interferindo com outros sistemas. Basicamente, isto se reflete nos projetos, na forma da sua interligação com os sistemas existentes e na maneira como afetará o desempenho dos mesmos. Quanto mais informações e qualidade de informações houver, menor será o grau de subjetividade das análises, permitindo que se obtenham avaliações mais concretas.

Nas análises realizadas no capítulo anterior, este tipo de consideração acabou sendo primordial para a maioria dos cruzamentos entre as inter-relações. Nos projetos, estes tipos de dados ou estavam ausentes ou incompletos, dificultando ou impossibilitando algumas das conclusões. Nestes casos observou-se que tais informações eram muito mais valiosas e necessárias que os dados técnicos de dimensionamento dos sistemas. Isto acabou se refletindo em outro tipo de informação, muitas vezes ausente, que eram as condições naturais (água, solo, relevo e vegetação) da área do projeto.

No caso de projetos a serem implantados em regiões novas da malha urbana, as informações sobre as condições locais do meio ambiente e a sua caracterização estavam incompletas, o mesmo ocorrendo no caso de projetos implantados dentro de uma malha urbana já existente. Assim, uma caracterização da situação do projeto como um todo, antes e depois da implantação acabava sendo prejudicada. Dessa forma, ficava ausente uma idéia do histórico dessas áreas, daquilo que existe e do que existiu, de modo a que se pudesse chegar a uma reflexão maior das condições do meio ambiente para a avaliação da implantação dos projetos. Em alguns casos a abordagem limitava-se a considerações superficiais, onde era mencionado que na área onde o projeto seria construído não havia degradação do ambiente de qualquer

tipo. Em outros casos eram apresentados dados de ensaios geotécnicos, de qualidade das águas, etc, porém sem uma avaliação e interpretação mais sucinta e clara, que pudesse ser prontamente utilizada.

Outro tipo de dado ausente foi em relação à matriz energética. Em nenhum caso analisado este tipo de informação estava presente. Assim, em virtude do conhecimento da matriz energética brasileira, que é em sua grande parte baseada em usinas hidroelétricas, foi possível fazer algumas considerações em relação aos projetos. Na maioria dos casos, este item sempre acabava desfavorável em termos da sustentabilidade, não existindo “a priori” uma preocupação em relação à utilização da matriz energética. Deste modo, não são apresentadas alternativas para fontes energéticas menos impactantes e que possam contribuir para a redução do consumo de energia, dentro do contexto da matriz energética brasileira, ocorrendo a simples inserção dos projetos na rede elétrica existente.

Em alguns fluxogramas são feitos questionamentos em relação à políticas e ações concretas para a preservação de recursos hídricos, redução de resíduos gerados e diminuição de consumo de energia. Como a maioria dos projetos tinha um enfoque bastante técnico, este tipo de informação acabava ficando ausente. Quando muito, haviam considerações que afirmavam que o projeto tinha sido elaborado de acordo com os critérios dos departamentos de água e esgoto de determinada cidade. Porém, para quem está avaliando fica difícil saber quais são estes critérios e conforme pôde ser verificado pelos considerações anteriores até mesmo outros tipos de dados são difíceis de serem encontrados em memoriais descritivos e técnicos. Mesmo com estes tipos de dados fica difícil fazer uma interpretação precisa dos pressupostos destes empreendimentos, sem que erros de avaliação sejam cometidos.

O analista deve ter consciência da importância dos dados e de que forma eles podem refletir na forma de avaliação dos projetos. Desta forma, quando da solicitação de uma análise, deve ser feita uma listagem de dados completa, diretamente com o solicitante. A listagem de informações não dever ser apenas completa, mas ser coerente com o tipo de projeto que se está analisando, pois assim, diminuem as dúvidas quando da análise. Obviamente, os projetos estudados não foram preparados tendo em vista a análise de sustentabilidade aqui proposta. Para que isto ocorresse, outras informações deveriam ter sido agregadas, conforme já discutido. Tais informações não são de difícil obtenção e a seguir são descritas as principais informações que deveriam ser fornecidas, de acordo com o tipo de projeto de sistema urbano de água:

- **SAA-Captação:** a identificação do tipo de captação, se é superficial ou subterrânea. Se for superficial, identificar as características do recurso hídrico, tais como o escoamento em períodos de estiagem e cheia, características da bacia da qual faz parte e identificação dos córregos. Descrever as características da área próxima ao córrego, isto é, se existe vegetação, habitações, identificação de problemas ao longo de seu curso. Levantamento das legislações que interferem na exploração do recurso e das políticas sobre as quais está inserido. No caso de captação subterrânea fazer a identificação do aquífero a ser explorado e de suas respectivas área de recarga e bacia, descrição de outras áreas em que tem ocorrido a exploração do recurso, problemas observados e capacidade de exploração. Para ambos os casos, devem ser apresentadas análises das explorações, sobretudo das vazões estimadas e possíveis simulações, identificação dos componentes do sistema e das tipologias de infra-estruturas utilizadas, descrição de outros sistemas de captação utilizados na área urbana e suas características. Descrição dos sistemas de bombeamento e de suas fontes de alimentação de energia, além é claro, de estimativas do consumo de energia elétrica.

- **SAA-Transporte:** descrição do sistema de transporte e de sua interligação com os demais sistemas, identificando o tipo de material, vazões transportadas. Além do sistema, descrever as áreas por onde passa e o modo como está inserida nas mesmas. Se utilizar equipamentos que consomem energia elétrica, descrever o sistema com o perfil de funcionamento e estimativas de consumo de energia. Apresentar uma síntese das características geológicas e topográficas da área;
- **SAA-Tratamento:** descrição de todo o sistema e interfaces com outros sistemas que compõem o conjunto de abastecimento urbano. Identificação de cada componente utilizado no tratamento de água, com o perfil de funcionamento e identificação dos resíduos gerados nos processos. Descrever possíveis emissões atmosféricas prejudiciais. Caso o sistema gere resíduos, descrever a forma como os mesmos são dispostos e quais procedimentos operacionais são adotados para o seu controle. Descrever a classe de qualidade da água antes e após o tratamento e a eficiência do mesmo. Se utilizar equipamentos que consomem energia elétrica, descrever o perfil de funcionamento e estimativas de consumo de energia. Descrever o perfil geológico e topográfico da área e identificar as condições do meio ambiente antes e após a ocupação;
- **SAA-Distribuição:** descrever o sistema de distribuição com todos os seus componentes e interfaces com outros sistemas. Descrever o perfil geológico e topográfico da área. Apresentar vazões e pressões utilizadas e também as diretrizes da empresa responsável pelo abastecimento de água na área, para a sua operação. Identificar possíveis políticas e medidas de controle de perdas e desperdícios. Caso o sistema utilize equipamentos que necessitem de energia elétrica, descreve-los e apresentar estimativas de consumo;

- **SES-Coleta e Transporte:** descrever o sistema de coleta e transporte de esgoto com todos os seus componentes, perfis de funcionamento e interfaces com outros sistemas. Descrever o perfil geológico e topográfica da área, bem como dos ecossistemas próximos que podem ser afetados. Apresentar estimativas de carga de esgoto gerada e se possível simulações que levem em conta o aumento da mesma. Descrever as diretrizes da empresa responsável pelo sistema de esgotamento sanitário na área, para a sua operação, identificando possíveis políticas e medidas de controle de ligações clandestinas e monitoramento do despejo em corpos d'água. Caso o sistema utilize equipamentos que necessitem de energia elétrica, descreve-los e apresentar estimativas de consumo;

- **SES-Tratamento e Disposição:** descrever o sistema de tratamento e disposição de esgotos sanitários detalhadamente, com todos os seus componentes, priorizando o perfil de funcionamento, interfaces com outros sistemas, volume de esgoto tratado, eficiência do sistema, classificação da qualidade do esgoto tratado para a disposição final. Identificação dos resíduos gerados e dos procedimentos de operação, controle e forma de disposição final utilizada. Descrever se o sistema está atendendo a alguma diretriz de controle ambiental e as características do ecossistema da área, tanto antes como depois da implantação. Descrever possíveis emissões atmosféricas prejudiciais. No caso do sistema utilizar equipamentos que necessitem de energia elétrica, descreve-los e apresentar estimativas de consumo;

- **SDU-Micro-drenagem:** descrever o sistema de micro-drenagem utilizado, dando enfoque nos componentes de infra estrutura, nos perfis de funcionamento, área da bacia de contribuição, volumes de água pluvial captados e interfaces com outros sistemas. Apresentar as características do corpo receptor das águas provenientes da bacia de contribuição e da bacia da qual faz parte. Descrever as diretrizes de controle e utilização do corpo receptor, bem como as diretrizes do órgão de controle responsável pelo sistema. Descrever as interfaces que ocorrem com o meio ambiente e identificar ecossistemas de interesse que podem ser afetados. Descrever os perfis geológico e topográfico da área. No caso do sistema utilizar equipamentos que necessitem de energia elétrica, identificá-los e apresentar estimativas de consumo;

- **SDU-Macro-drenagem:** descrever o sistema de macro-drenagem como um todo, enfocando os seus sistemas, perfis de funcionamento e interfaces com outros sistemas inclusive ambientais. Descrição dos volumes de operação e medidas de controle. Descrição dos ecossistemas de interesse que podem ser afetados pelo projeto antes e depois da implantação e de possíveis medidas para a diminuição dos impactos gerados. Apresentar de maneira sucinta e clara os perfis geológico e pedológico. Apresentar estimativas de consumo e descrever equipamentos, no caso do sistema vir a utilizar energia elétrica.

5.2 AVALIAÇÃO DOS INSTRUMENTOS QUE COMPÕEM O MÉTODO

Para facilitar a análise dos instrumentos que compõem o Método, nos quadros 5.1 e 5.2 são apresentadas as principais observações que foram verificadas com relação aos seus instrumentos e aos Fatores das Variáveis de Controle da sustentabilidade ambiental. Nos itens seguintes são feitos comentários mais detalhados dessas observações.

QUADRO 5.1: PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES FEITAS EM RELAÇÃO AOS INSTRUMENTOS DO MÉTODO.

Variável de Controle/Fator	Principais Observações		
	Ficha de caracterização	Fluxograma	Matriz
Solo: Erosão	-	Alteração do texto de um dos balões e alteração de encaminhamento para a análise.	-
Água: Disponibilidade	A forma de aferição da disponibilidade hídrica não é suficiente para uma análise mais concreta.	Reformulação de um dos balões e substituição do termo políticas por medidas.	-
Água: Qualidade	-	Está faltando um balão que encaminhe a análise para uma condição de neutralidade.	-
Vegetação: Cobertura Vegetal	-	-	-
Vegetação: Cobertura Vegetal com Espécies Nativas	-	-	-
Clima: Microclima	Explicitar melhor ou dar uma base mais concreta do que são e de que forma podem ser contemplados em projetos, técnicas bioclimáticas e ecotécnicas.	-	-

QUADRO 5.2: PRINCIPAIS OBSERVAÇÕES FEITAS EM RELAÇÃO AOS INSTRUMENTOS DO MÉTODO (CONTINUAÇÃO).

Variável de Controle/Fator	Principais Observações		
	Ficha de caracterização	Fluxograma	Matriz
Energia: Consumo	Considerar na avaliação, além das alternativas previstas no projeto, alternativas viáveis que tenham sido verificadas na análise.	Incluir balão que considere a condição sem consumo de energia. Alterar o primeiro balão, considerando a hipótese de alternativa viável verificada durante a análise.	-
Energia: Matriz	-	Prever situação em que não ocorre consumo energético	-
Resíduos: Geração	-	O termo política de minimização fica vago na análise, sendo necessário substituí-lo por outro. Incluir balão em que esteja prevista uma situação de não geração de resíduos.	-
Resíduos: Destinação	-	Incluir balão que considere a condição de não geração de resíduos.	-
Distribuição Espacial: Dispersão	-	Reformular o fluxograma, está muito confuso e não coincide com a descrição da forma de aferição da ficha de caracterização.	-
Ecosistemas de Especial Interesse: Impactos Positivos	-	-	-
Benefícios Ambientais: Impactos Positivos	-	-	-
Riscos Ambientais: Ocorrência	-	-	-

Durante a aplicação não se verificou a necessidade de inclusão de novas variáveis de controle de sustentabilidade ambiental, embora isto não tenha sido objeto de um maior aprofundamento. Da mesma forma, não se propõe no momento, a eliminação de algumas das variáveis incluídas no Método. Assim, a avaliação do Método esteve voltada principalmente para os seus instrumentos de aplicação, recomendando-se mais estudos relativos às variáveis de controle.

5.2.1 FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO

De uma forma geral as fichas de caracterização fornecem informações coerentes e fáceis de serem utilizadas, permitindo uma maior liberdade na utilização de parâmetros e instrumentos técnicos de avaliação, sem que sejam impostos. Apesar disso, em alguns casos a maneira como o Fator da Variável de Controle foi definido, gera dificuldades e dúvidas na análise, necessitando de uma maior especificação. Isso poderá ocorrer através de um fechamento mais restrito em relação ao foco de atenção dado, diminuindo um pouco o grau de liberdade do instrumento.

Os casos em que isto seria interessante ocorrer são os seguintes:

- **Água-Disponibilidade:** neste caso, ocorre algo singular em função da forma de aferição para análise e avaliação descrita e a definição que é dada pela ficha de caracterização, que considera a disponibilidade como a existência da água, enquanto recurso, em quantidade suficiente para atender aos diversos usos a que se destina, desde fins de abastecimento até de lazer. Isto por que na forma de análise sugerida o enfoque acaba sendo dado na disponibilidade para o abastecimento de água, enquanto que para os outros sistemas que afetam as condições de disponibilidade da água, previstos e comentados na ficha de caracterização, a aferição não está claramente englobada. No caso de projetos de abastecimento a forma de aferição descrita, em que é solicitada a quantificação da disponibilidade hídrica, é bastante coerente, porém para os outros casos esta solicitação não se verifica. Deste modo, a aferição não deve estar totalmente voltada na quantificação da disponibilidade hídrica, mas também na ocorrência de possíveis alterações decorrentes dos outros sistemas urbanos de água. Além disso, apesar de serem citadas algumas formas de alteração da disponibilidade hídrica na ficha, estas poderiam estar melhor explicitadas tanto no modo como afetam, como na forma de mensuração ou avaliação.

- **Clima-Microclima:** embora na descrição da ficha de caracterização exista uma definição clara do que são técnicas bioclimáticas e ecotécnicas, fica quase impossível uma descrição mais detalhada destas nas próprias fichas, principalmente da forma como podem ser contempladas em projetos. Assim, determinar se um projeto obedece a critérios técnicos bioclimáticos e se privilegia o uso de ecotécnicas, sem que exista uma referência mais concreta ou até mesmo um conhecimento mais profundo da parte do analista, torna o trabalho de análise mais difícil. Seria interessante que além da própria ficha, fosse elaborado um guia ou um manual sobre estes assuntos, complementando as informações da ficha, ou até mesmo a inclusão de algumas referências bibliográficas básicas sobre o assunto.
- **Energia-Consumo:** na descrição da forma de avaliação deve ficar mais claro no texto se além das medidas adotadas no projeto para a redução do consumo de energia, podem ser consideradas medidas que tenham sido verificadas pelo analista. No caso deste fator, seria interessante que os dois tipos de medidas fossem consideradas: “já estudadas no projeto ou alternativas viáveis verificadas no momento da análise”.

De uma maneira geral as alterações sugeridas tendem a diminuir a subjetividade dos fatores descritos, gerando menos dúvidas no momento da utilização do instrumento. Além disso, todos os fatores descritos nas fichas poderiam ter informações adicionais de referência para a utilização no momento das análises, como um material de referência para possíveis dúvidas, uma espécie de manual, ficando seu uso de acordo com a vontade do analista.

5.2.2 FLUXOGRAMAS

A idéia contida no uso de fluxogramas é facilitar a aplicação do Método, orientando a análise, podendo ou não ser utilizados. Boa parte dos problemas verificados nos instrumentos do Método de Análise e Avaliação acabaram se concentrando nos fluxogramas e uma vez que os resultados das análises

podem ser muito afetados por eles, é necessário que sejam corrigidos e refinados. A seguir são descritas as principais observações para os fluxogramas dos Fatores das Variáveis de Controle e as fichas com os fluxogramas corrigidos podem ser observadas no Anexo.

- **Solo-Erosão:** a principal alteração ocorrerá através da inserção de um quarto balão de análise, com a seguinte pergunta: “É possível que o projeto contribua para a redução da erosão?”. Este balão estaria no lugar da resposta desfavorável, que ocorre para a resposta negativa do balão 3, e para a resposta positiva do balão 2. Deste modo, o encaminhamento da análise se altera do seguinte modo, do balão 2, se a resposta for positiva a condição de sustentabilidade é desfavorável, enquanto que para uma resposta negativa a condição é neutra. Do balão 3, uma resposta positiva leva à condição favorável da sustentabilidade, enquanto que uma resposta negativa leva a análise para o novo balão. Deste balão, se a resposta for positiva, a condição de sustentabilidade é desfavorável, do contrário é neutra. Para o balão 1, a análise segue do modo como está.
- **Água-Disponibilidade:** o fluxograma deve ser totalmente modificado. A pergunta do balão 1 deve ser alterada para: “O projeto pode provocar alterações na disponibilidade hídrica?”. Deste ponto, se a resposta for negativa, a condição de sustentabilidade é favorável, se for positiva vai para o balão 2, cuja pergunta é: “As alterações são prejudiciais, afetando o uso da água, enquanto recurso hídrico?”. Se a resposta for negativa a condição de sustentabilidade é neutra, caso contrário entra no balão 3, cuja pergunta é: “Estão previstas medidas para o controle das alterações e para a conservação da água, enquanto recurso hídrico?”. Se a resposta for positiva, a condição de sustentabilidade é neutra, caso contrário é desfavorável.
- **Água-Qualidade:** está faltando um balão que leva a uma condição de neutralidade para a sustentabilidade. Desta forma a resposta negativa para

o balão 1 não levaria a uma condição favorável, mas sim a uma condição neutra.

- **Energia-Consumo:** a primeira pergunta que deve ser feita no fluxograma é: “Ocorre consumo de energia em função do projeto?”, se a resposta for positiva, a análise segue para o balão 1, se for negativa, então a condição de sustentabilidade é favorável. Outra pergunta que deve ser feita é com relação à pergunta do balão 1. Ao invés da pergunta: “Existe alternativa ao projeto que acarrete um menor consumo de energia?”, mudar para, “Existe alternativa viável ao projeto que tenha sido verificada e que acarrete um menor consumo de energia?”.
- **Energia-Matriz:** a primeira verificação que deve ser feita é se “No projeto ocorre consumo de energia?”. Caso a resposta seja positiva, então a análise entra na pergunta do balão 1, do contrário, a condição de sustentabilidade passa a ser favorável.
- **Resíduos-Geração:** a primeira verificação que deve ser feita é se “No projeto ocorre geração de resíduos?”, se a resposta for positiva, a análise entra na pergunta do balão 1, do contrário, a condição de sustentabilidade é favorável. Outra consideração é com relação ao termo “política de minimização” presente na pergunta do balão 2, esse termo deve ser substituído por “...medidas concretas para a minimização...”.
- **Resíduos-Destinação:** incluir como primeira verificação a ser feita: “No projeto ocorre geração de resíduos?”, se a resposta for positiva, a análise segue para o balão 1, caso contrário, a condição de sustentabilidade passa a ser favorável.
- **Distribuição Espacial-Dispersão:** o fluxograma apresentado está confuso e alguns termos devem ser substituídos. Desta forma, a pergunta do balão 1 deve ser: “O projeto tende a ser concentrador, ao invés de favorecer a

descentralização, em termos de: a) ambiente construído? b) sistema de águas residuárias? c) sistema de águas pluviais?”. Se a resposta for negativa, a condição de sustentabilidade é favorável, se positiva, a pergunta do balão 2 deve ser: “A dispersão do sistema é necessária para a escala do projeto?”. Para uma resposta positiva, a condição de sustentabilidade é desfavorável, do contrário passa a ser neutra.

Nos demais casos, a estrutura dos fluxogramas deve permanecer como está, sem que sejam necessárias modificações.

5.2.3 MATRIZ

Para a matriz, não foram verificadas modificações na sua estrutura, uma vez que boa parte dos problemas ocorreram nas fichas de caracterização e nos encaminhamentos de análise dos fluxogramas. Uma possível observação seria em função dos subsistemas dos sistemas urbanos de água. Nesses subsistemas o Método poderia fazer uma descrição dos tipos de projetos que estão contemplados dentro deles, facilitando e evitando trocas no momento do preenchimento dos quadros da matriz. Para a avaliação dos projetos sugere-se a seguinte divisão, que apesar de não ter sido utilizada nas análises apresentadas no capítulo 4, pareceu ser mais coerente:

- **SAA-Captação:** sistema de captação, incluindo alterações nos mananciais, tais como barragens, canais, etc;
- **SAA-Transporte:** elevatórias, adutora e reservatórios;
- **SAA-Tratamento:** sistema para tratamento de água;

- **SAA-Distribuição:** reservatórios e rede de distribuição;
- **SES-Coleta e Transporte:** redes coletoras de esgoto, elevatórias e interceptores;
- **SES-Tratamento e Disposição:** sistemas de tratamento de esgoto e forma de destinação final;

- **SDU-Micro drenagem:** rede de drenagem, incluindo sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e tubulações;
- **SDU-Macro drenagem:** sistemas para a contenção de águas pluviais.

5.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Depois de apresentar todas estas observações verificadas após a aplicação do Método, outro ponto que deve ser discutido é com relação ao próprio Método e as suas potencialidades.

A primeira consideração que pode ser feita é que ele não foi feito para ser utilizado individualmente, mas sim para um levantamento de questões e para a discussão em grupo. Isto por que a maioria das verificações a serem feitas para as análises, geram uma quantidade enorme de questionamentos que dificilmente poderão ser abordadas por uma única pessoa. A discussão em grupo traz para o Método uma riqueza de considerações muito maior, tornando as análises mais eficientes e coerentes. Para que o Método seja eficiente, não pode ocorrer variação no resultado das análises de um analista para outro, devendo ser neutro com relação a este aspecto.

O seu uso permite que diversas informações sejam organizadas, facilitando verificações e identificando possíveis ausências na elaboração e implantação dos empreendimentos. Apesar disso, as verificações executadas através do Método mostram-se ainda um pouco simplistas e superficiais, necessitando de dados mais concretos que possam alimentar uma análise mais profunda. O Método funciona razoavelmente bem para aquilo que ele foi idealizado, porém pode ser melhorado se puder englobar mais dados e informações e ao mesmo tempo utilizá-los para as análises. Isto é, junto com o Método poderia existir um banco de dados, que ao longo do tempo permitiria modificações e aprimoramentos de acordo com as necessidades locais. Através disso ocorreria uma ampliação do alcance e das funções do Método, que de

uma ferramenta para a discussão e verificação de projetos, passaria a ser uma ferramenta de auxílio para planejamento numa escala muito maior, sendo esta outra consideração a ser feita.

As informações levantadas e descritas pelas fichas de caracterização, poderiam servir para o planejamento e a elaboração de um banco de dados de uma determinada área ou cidade. Desta forma, ao unir estas informações com a forma de aplicação do Método, uma ferramenta bastante útil e prática estaria à disposição para coordenar ações e verificações de uma maneira muito mais rápida. Aliado a isso, outras dimensões da sustentabilidade poderiam ser englobadas, ampliando o seu alcance e democratizando o fluxo de informações, por exemplo numa cidade. Ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas, poderiam ser adicionadas para auxiliar no fornecimento e gerenciamento das informações.

O Método foi idealizado, não para avaliar aspectos técnicos de dimensionamento ou quantificações de materiais e recursos, mas sim a maneira como os projetos foram idealizados, identificando correções e ações a serem tomadas para que a sustentabilidade ambiental, enquanto tendência, seja contemplada.

Deste modo, a idéia e o alcance que o Método fornece acaba sendo muito maior do que simplesmente uma ferramenta para a avaliação individualizada de projetos. Utilizá-lo desta forma é o mesmo que sub-utilizar algo que possui um grande potencial e que não deve ficar limitado.

Assim, para futuras modificações, recomenda-se que o alcance do Método seja ampliado e que novas ferramentas para a formação de um banco de dados sejam englobadas.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A aplicação do Método em projetos de sistemas urbanos de água permitiu que informações bastante úteis fossem levantadas com relação a esta ferramenta de análise. Essas informações abrangeram desde modificações nos instrumentos do Método até recomendações quanto à possibilidade de incorporação de novas informações e instrumentos.

As modificações são necessárias para uma correta aplicação dos instrumentos do Método, evitando erros de interpretação e avaliações distorcidas. Desta forma, foram especificadas correções nos fluxogramas de análise e nas fichas de caracterização que devem ser incorporadas quando o Método for utilizado novamente. As fichas de caracterização e os fluxogramas corrigidos encontram-se no Anexo deste trabalho.

Com relação ao Método como um todo, pode-se dizer que ele permite que análises de projetos sejam realizadas, ajudando na organização de informações, verificações e na proposta de melhorias. Porém uma análise mais profunda não pode ser atingida com a sua atual configuração, sendo necessárias outras melhorias que fogem ao escopo deste trabalho. Entretanto, observa-se que para as análises se tornarem mais elaboradas, o Método deve ser alimentado por informações que permitam um amadurecimento das idéias que compõem os seus fatores/variáveis de análise, através da elaboração de um bancos de dados. Desta forma, novas aplicações são necessárias e novas dimensões de sustentabilidade e instrumentos podem ser englobados, porém a escolha de quais deles, vai depender do uso que for feito do próprio Método. Esse uso, não depende de uma única pessoa, mas de uma equipe, cujo interesse esteja voltado para questões além daquelas limitadas aos aspectos técnicos, ou seja que também sejam somados esforços voltados para o planejamento dos sistemas, que é uma das propostas para a qual foi idealizado. Verifica-se que uma análise individual limita as possibilidades de avaliação dos projetos, que pode englobar muitas variáveis, impossíveis de

serem visualizadas por uma única pessoa, independente do analista, deixando passar questões como por exemplo, o real alcance das modificações impostas no ambiente, possíveis problemas decorrentes da implantação dos projetos e a visualização de soluções técnicas mais adequadas. Por essas razões, entre outras, as avaliações devem ser realizadas com uma equipe multidisciplinar. Desta forma, a socialização das informações entre os técnicos que compõem a equipe, tornariam as análises mais amplas e completas, com uma linguagem comum, e que ainda servissem aos interesses da comunidade, preocupada, direta ou indiretamente, com os benefícios e malefícios dos empreendimentos. A função técnica do Método seria superada e se tornaria, também um instrumento democrático, com uma função social.

Anteriormente foi mencionado que o Método não permitiria uma análise mais profunda dos projetos e as suas razões. Uma das formas de diminuir o grau de superficialidade e subjetividade é garantir que as análises sejam alimentadas por dados confiáveis e de qualidade. Para tanto, é importante que os projetos possuam memoriais técnicos e descritivos confiáveis e completos e se possível, informações complementares devem ser fornecidas, mesmo que não façam parte do projeto, mas que ajudem a compreender o seu contexto.

De uma maneira resumida as recomendações para o aprimoramento do Método são as seguintes:

- Incorporar as correções sugeridas por este trabalho;
- Dar continuidade às aplicações, para que novas observações e correções sejam incorporadas;
- Utilizar nas análises dos projetos, sempre que possível, uma equipe multidisciplinar;
- Eliminar a variação das análises de acordo com o analista, para que o Método seja neutro diante do avaliador;

- Aprimorar as informações das fichas de caracterização através da elaboração de um banco de dados, para o desenvolvimento de ferramentas que possam ampliar as possibilidades de uso do Método, além da escala de projeto, como por exemplo um Sistema de Informações Geográficas;
- Desenvolver manuais e guias de referência que reflitam os pressupostos do Método e possam ser utilizados como material de apoio nas análises e na própria elaboração de projetos, complementando as funções das fichas de caracterização;
- Para a ampliação de seu alcance, devem ser incorporadas ao Método, utilizando a mesma estrutura, outras dimensões de sustentabilidade, com por exemplo a social, a política, a econômica, etc.

Ao término deste trabalho pode-se dizer que os objetivos inicialmente colocados foram cumpridos, contribuindo para que aspectos tão complexos, quanto a sustentabilidade, sejam incorporados adequadamente nas análises e no desenvolvimento de projetos. Entretanto, embora esta fase tenha sido finalizada ela se mostra como um novo início para futuros trabalhos de pesquisa na área da sustentabilidade, principalmente pelo fato de ter proporcionado o levantamento de diversas questões que ainda precisam ser investigadas e estudadas. Algumas destas questões foram listadas anteriormente, porém existem aspectos bastante críticos, tais como a validade das variáveis de controle (quais devem ser incluídas, quais devem ser eliminadas); a definição de critérios mais elaborados para as formas de aferição para análise e avaliação, das fichas de caracterização; a inserção das informações das análises realizadas pelo Método dentro de um fórum de discussão institucional e a sua inserção em políticas públicas. Ciente destas questões é preciso reforçar a idéia da continuidade da utilização do Método para que estas e outras questões sejam adequadamente respondidas, validando-o cientificamente.

7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E REFERENCIADA

- ABES-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Perdas como alvo das empresas. *Revista BIO*. ano X, n. 9, 1999.
- ALVA, E. D. *Metrópoles (in) sustentáveis*. Tradução de MARTA ROSAS. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 119-122, 1997.
- ALVARENGA, S. R. *A análise de áreas de proteção ambiental como instrumento da Política Nacional do meio ambiente: o caso da APA de Corumbataí-SP*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 1997.
- ANDRADE NETO, C. O. *Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira*. Rio de Janeiro: ABES, 301 p., 1997.
- ANDREOLI, C. V.; FERNADES, F. ; SOUZA, M. L. P.; BONNET, B. R. P. *Efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil na área de saneamento*. Curitiba: SANEPAR, 1998. 12p.
- ARAÚJO, J. C. Os recursos hídricos no Brasil. *Revista BIO*. ano X, n. 9, p. 18, 1999.
- BARROS, R. T. V., CHERMICHARO, C. A. L., HELLER, L., SPERLING, M. (Eds.). *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. vol . II. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- BASTEMEIJER, T.; WEGELIN, M. & BRIKKE, F. *Sustainable Urban Water Management Strategies: matching long-term strategy with short-term investment programmes and performance with equity*. URL: <http://www.cwra.org/practism>. Consultado em 10/12/1998.
- BORJA, P. C. Metodologia para a avaliação da qualidade ambiental urbana em nível local. In: *XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Lima, 1998*. Anais. Peru: AIDIS, 1998.
- BOTELHO, M. H. C. *Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades*. São Paulo: Edgard Blücher, 237 p., 1998.
- BUTLER, D. & PARKINSON, J. Towards sustainable urban drainage. *Water Science Technology*. Vol. 35, nº 9. Great Britain: Elsevier Science Ltd, pp.53-63, 1997.
- CBCS-CONFERÊNCIA DE BERLIM SOBRE CIDADES SUSTENTÁVEIS. *A declaração de Berlim*. URL: http://www.gcsnet.com.br/oamis/civitas/ci_index.html. Consultado em 28/05/98.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Drenagem urbana: Manual do Projeto*. São Paulo: CETESB, 1986.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 236p., 1999.

- CLAVELLE, P. *Burlington's Riverside Eco-Industrial Park: Developing a real-world model of sustainability*. Burlington-USA: United States Environmental Protection Agency, 1997, 9 p.
- CNUMAD – CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Agenda 21*. Brasília: Senado Federal/SSET, 1996.
- COMSIP ENGENHARIA S/A: GRUPO SISTEMATA. *Projeto do sistema de esgotos sanitários de Elias Fausto/SP*. Memorial descritivo. Volume II. Elias Fausto: SABESP, 1989.
- COMSIP ENGENHARIA S/A: GRUPO SISTEMATA. *Projeto de Engenharia do sistema de abastecimento de água de Taquarituba/SP*. Memorial descritivo. Volume I. Taquarituba: SABESP, 1990.
- CORDEIRO, J. S. & CAMPOS, J. R. O impacto ambiental provocado pela indústria da água de abastecimento. In: *XXVI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Lima, 1998*. Anais. Peru: AIDIS, 1998.
- DANIEL, L. *Saneamento e meio ambiente para arquitetura*. Notas de Aula da Disciplina: SHS-614-Saneamento e meio ambiente para arquitetura. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-EESC/USP, 1997.
- DEL PORTO, D. *Sanitation*. URL: <http://www.ecological-engineering.com/sanitation.html>. Consultado em 30/07/1999.
- DETR-THE DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS. *Indicators of sustainable development for the United Kingdom: background and introduction*. UK: DETR Home Page. URL: <http://www.environment.detr.gov.uk/epsim/indics/isdintro.htm>. Consultado em 15/06/1998.
- DEVUYST, D. Environmental Impact Assessment. In: *Environmental Management: vol 3-Instruments for Implementation*. Brussels: NATH, B; HENS, L. & DEVUYST, D. Editors, p.145-176, 1993.
- ELLIOTT, J. A. *An introduction to Sustainable Development*. New York: Routledge, 1994.
- FENDRICH, R.; OBLADEN, N. L.; AISSE, M. M. & GARCIAS, C. M. *Drenagem e controle da erosão urbana*. Curitiba: Champagnat, 486 p., 1997.
- FIGUEIREDO, G. A. B. G. *A aplicação da ISO 14.000 nos sistemas de abastecimento de água*. São Carlos: PPG-EC/EU-UFSCar, 16 p., 1998.
- FIGUEIREDO, P. J. M. *A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental*. Piracicaba: Editora UNIMEP, 1994.
- GDU – GRUPO DE DESENVOLVIMENTO URBANO INCORPORAÇÕES E CONSTRUÇÕES LTDA. *Loteamento Nova Aliança – Ribeirão Preto/SP*. Memorial Descritivo e Justificativo. Ribeirão Preto, 1998.

- GRC-GILDEA RESOURCE CENTER. *Sustainable community indicators: guideposts for local planning*. Workshop Analysis. California: Community Environmental Council, Inc., p. 55, 1995.
- ICWSD-INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Final Declaration*. Paris: Ramsar, 21 March 1998. URL: http://iucn.org/themes/ramsar/key_paris_water_final.htm. Consultado em 15/10/1998.
- IISD-INTERNATIONAL INSTITUTE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. URL: <http://iisd.ca>. Consultado em 24/06/99.
- LACY, R. Desenvolvimento sustentável e metabolismo urbano. In: ALVA, E. D. *Metrópoles (in) sustentáveis*. Tradução de MARTA ROSAS. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 119-122, 1997.
- LANNA, A. E. Legislação, uso e gerenciamento das águas. In: *Agua: uso y manejo sustentable*. Seminário Internacional Asociación de Universidades Grupo Montevideo. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires, p.281-320, 1997.
- LARSEN, T. A. & GUJER, W. The concept of sustainable urban water management. *Water Science Technology*. Vol. 35, no 9. Great Britain: Elsevier Science Ltd, pp.3-10, 1997.
- LIMA FILHO, A. D. & HELLER, L. Proposição de um indicador de sustentabilidade para o desenvolvimento urbano. In: *19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Foz do Iguaçu, 1997*. Anais. Foz do Iguaçu: ABES, 1997.
- MACHADO, P. A. L. Direito ambiental brasileiro. São Paulo: *Revista dos Tribunais*, 1989.
- McCKAUGHAN, S.E. *Planning methodology guide to sustainable development*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD / Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 1997.
- MITCHELL, G. *Problems and fundamentals of sustainable development indicators*. United Kingdom: University of Leeds - The Environment Centre Home Page. URL: <http://www.lec.leeds.ac.uk/research/sustain/keysdi.html>. Consultado em 30/07/1999.
- MOREIRA, I. V. D. Avaliação de impacto ambiental: instrumentos de gestão. In: *Cadernos Fundap*. São Paulo, 16, pp. 54-63, 1989.
- NAHAS, M. I. P. & MARTINS, V. L. A. O índice de qualidade de vida urbana para Belo Horizonte-IQVU/BH: a elaboração de um novo instrumento de gestão municipal. In: *Congresso da ANPUR, Brasília, 1995*. Anais. Brasília: ANPUR, 1995.
- NARCHI – CONSULTORIA, PROJETOS E OBRAS LTDA. *Projeto do sistema de abastecimento de água do Loteamento Residencial Parque São Camilo – Itu/SP*. Memorial técnico e descritivo. Itu: Consórcio de Urbanização São Camilo, 1997.

- NARCHI – CONSULTORIA, PROJETOS E OBRAS LTDA. *Projeto de sistema e esgotamento sanitário do Loteamento Residencial Parque São Camilo – Itu/SP*. Memorial técnico e descritivo. Itu: Consórcio de Urbanização São Camilo, 1996.
- NETTO, M. A. A distância entre ricos e pobres. *Revista BIO*. ano X, n. 9, p. 4, 1999.
- NOVA TERRA. *Loteamento Nova Aliança – Ribeirão Preto/SP*. Relatório Ambiental Preliminar - RAP. Ribeirão Preto, 1998.
- O'RIORDAN, T. The politics of sustainability. In: TURNER, K. (Edited by). *Sustainable environmental economics and management: principles and practice*. New York: Halsted Press, p. 37-69, 1993.
- OLIVEIRA, R. C. C.; FONSECA, C. A. O.; OLIVEIRA, N. M. C.; BARBOSA, G. G. MAIS-Modelo de Avaliação de Impactos Sócio-Ambientais de programas de saneamento. In: *XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Lima, 1998*. Anais. Peru: AIDIS, 1998.
- OTT, W. R. *Environmental indices: theory and practice*. Michigan: Ann Arbour Science Publishers Inc, 1978.
- PUPPI, I. C. *Estruturação sanitária das cidades*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. São Paulo: CETESB, 330 p., 1981.
- QUADRI, G. Políticas ambientais para uma cidade sustentável. In: ALVA, E. D. *Metrópoles (in) sustentáveis*. Tradução de MARTA ROSAS. Rio de Janeiro: Relume Dumará, p. 133-136, 1997.
- RHODE, G. M. *Estudos de impacto ambiental*. Porto Alegre: CIENTEC, 1988.
- RIBEIRO, E. R. *Avaliação de impactos ambientais em assentamentos urbanos de interesse social: estudo da viabilidade de aplicação de matrizes de interação*. São Carlos: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/Engenharia Urbana-UFSCAR, 222 p., 1998.
- ROMERO, R. El desarrollo Sostenible: un concepto polemico. *Ciencias Ambientales*. Vol. II, nº 8. P. 72-83, 1992.
- SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1986.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século 21. In: BURSZTYN, M. (Org.). *Para pensar o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- SILVA, R. S. & MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. *Ciência & ambiente*. Santa Maria: UFSM/ UNIJUI, ano IV, n. 7, pp. 33-42, 1993.
- SILVA, R. S.; TEIXEIRA, B. A. N.; SILVA, S. R. M.; FIGUEIREDO, G. A. B. G. *Urbanismo e saneamento urbano sustentáveis: desenvolvimento de métodos para análise e avaliação de projetos*. Relatório Final: Método de Avaliação Definitivo. São Carlos: Patrocínio de Pesquisa CEF/UFSCar, 1999.
- SMITH, M. B. A GIS – based distributed parameter hydrologic model for urban areas. *Hydrological Processes*. 7(1): p.45-61, 1993.

- SPIRN, A. B. *O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade*. Tradução de PAULO RENATO MESQUITA PELLEGRINO. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 347 p., 1995.
- SUREHMA – SUPERINTENDÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. *MAIA: Manual de avaliação de impactos ambientais*. Curitiba: SUREHMA / GTZ, 1992.
- SUSTAINABLE SEATTLE. *Indicators of sustainable community*. Seattle: Boing Company, 73 p., 1998.
- TEIXEIRA, B. A. N.; SILVA, R. S.; SILVA, S. R. M.; FIGUEIREDO, G. A. B. G. *Urbanismo e saneamento urbano sustentáveis: desenvolvimento de métodos para análise e avaliação de projetos*. Relatório 2. São Carlos: Patrocínio de Pesquisa CEF/UFSCar, 1998.
- TIEZZI, E. *Tempos históricos, tempos biológicos. A Terra ou a Morte: os problemas de uma nova ecologia*. São Paulo: Nobel, 1988.
- TOLBA, M. K. *Sustainable Development Constrains and Opportunities*. London: Butterworth, 1987.
- TURNER, R.K. The politics of sustainability. IN: TURNER, R. K. (Edited by). *Sustainable environmental economics: principles and practice*. New York: Halsted Press, p. 3-36, 1993.
- UPRETI, M. S. Environmental conservation and sustainable development require a new development approach. *Environmental Conservation*. Vol. 2. nº 1, p. 7-13, jan/abr 1992.
- VARIS, O. & SOMLYÓDY, L. Global urbanization and urban water: can sustainability be afforded? *Water Science Technology*. Vol. 35, nº 9. Great Britain: Elsevier Science Ltd, pp.21-32, 1997.
- VAZ FILHO, P. *Proposta técnica para drenagem de águas superficiais do Loteamento Parque dos Timburis – São Carlos/SP*. Memorial técnico e descritivo. São Carlos, 1998.
- VON SPERLING, M. Critérios e dados para uma seleção preliminar de sistemas de tratamento de esgotos. *Revista BIO*. Encarte técnico, Vol. 3, n. 1, p. 7-21, jan./abr. 1994.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental-UFMG, 243 p., 1996.
- WCED-WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our common future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- WILLARD, T.; ROY, M. *Sustainable Development Timeline*. IISD-International Institute of Sustainable Development Home Page. URL: <http://iisd.ca/rio+5/timeline/sdtimeline.htm>. Consultado em 24/06/99.

ANEXO

- FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO E FLUXOGRAMAS

- MATRIZ DE ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- QUADRO RESUMO

FICHAS DE CARACTERIZAÇÃO E FLUXOGRAMAS

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Solo**

Fator: **Erosão**

1

DEFINIÇÃO

A erosão é um processo de alteração do solo que envolve o seu transporte e deposição, podendo ser decorrente da submissão do recurso a fatores naturais, como a ação do vento e precipitações, ou ainda, decorrente da ação antrópica sobre o mesmo. Ela pode se manifestar de forma laminar ou por ravinamento.

DESCRIÇÃO

A erosão ocorre naturalmente pela força da água, dos ventos ou de outros fatores climáticos, que podem gerar carreamento de partículas, escorregamentos, colapsos ou outras alterações do solo. As atividades humanas, urbanas ou rurais, podem acelerar os processos erosivos. A forma da implantação das vias urbanas, a condução superficial das águas pluviais e os serviços de terraplanagem são as intervenções decorrentes da urbanização que mais impactam o solo. Pouca atenção tem sido dada também à fase de implantação de obras, especialmente nas aberturas de novos loteamentos. O quadro geral tem mostrado desmatamentos, descobrimento de solos e ausência de sistemas de proteção durante o período de execução.

Os corpos d'água são os principais meios de condução do solo erodido, carregando os sedimentos, que acabam depositando-se em suas margens e leitos. O acúmulo de sedimentos pode alterar os padrões de escoamento da água e de drenagem, provocar assoreamentos e inundações,

danificar estruturas e modificar as condições da vida aquática.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Pode-se medir a erosão através de parâmetros como a Equação de Perda de Solo (EPS) ou outro índice equivalente. Para seu cálculo são normalmente considerados a susceptibilidade natural do solo à erosão, a erosividade da chuva, fatores topográficos e fatores associados à tipologia de uso. A erosão do solo pode ainda ser verificada pela presença de sedimentos nos corpos d'água, gerando alterações na turbidez. A erosão por ravinamento é perceptível visualmente.

Na presente análise, quando as condições de implantação do projeto contribuírem para acelerar os processos erosivos, ou não forem previstas medidas para corrigir áreas já impactadas por processos erosivos prévios, será caracterizada uma tendência desfavorável à sustentabilidade. Esta poderá ser neutra, caso o projeto não altere as condições de perda de solo, desde que o mesmo não se encontre na situação de degradação referida. Já uma diminuição da perda de solo devido a práticas conservacionistas adotadas pelo projeto indica uma tendência favorável à sustentabilidade.

ESCALA GEOGRÁFICA

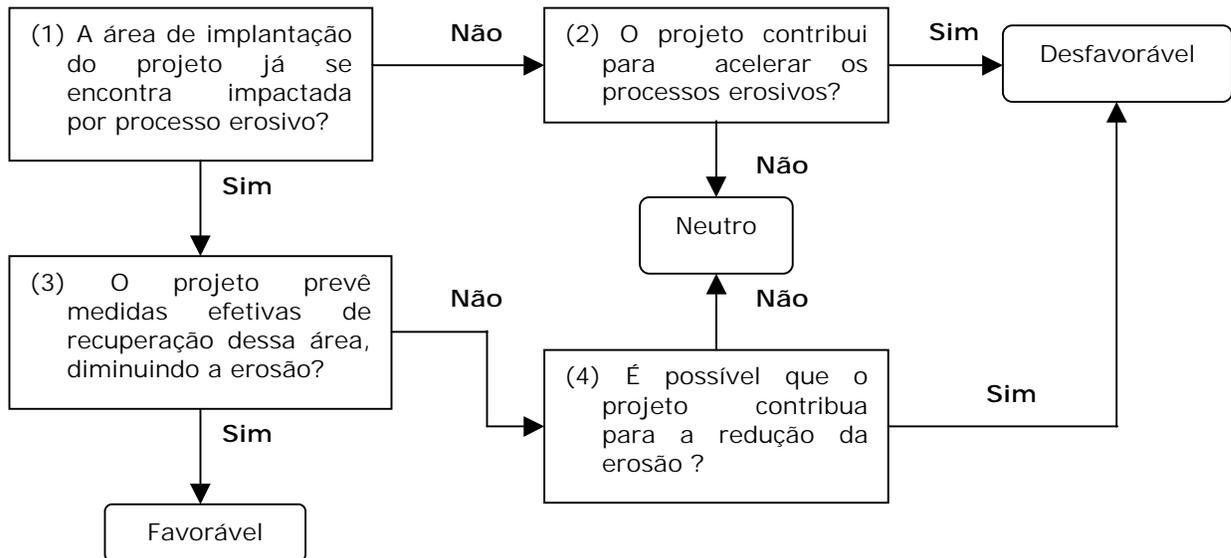
O impacto provocado pela erosão do solo pode não se limitar à área do projeto. O carreamento do material por processos erosivos pode provocar danos aos corpos d'água fora dos limites do objeto de intervenção.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Disponibilidade hídrica, qualidade da água, cobertura vegetal, qualidade do ar, ecossistemas de especial interesse, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Solo: Erosão



Observações:

- caso a questão da erosão do solo se manifeste de formas diferenciadas, para uma mesma intervenção urbana, em pontos distintos da área do projeto, a situação mais desfavorável deverá predominar.

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Solo**

Fator: **Contaminação**

2

DEFINIÇÃO

A contaminação do solo é a alteração deste recurso natural em termos de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, devido à presença de substâncias lançadas ou depositadas em sua superfície ou pouco abaixo da mesma, comprometendo de forma negativa o seu uso ou acarretando prejuízos ao ambiente.

DESCRIÇÃO

O solo apresenta-se como um elemento relativamente estático, que pode ser afetado em suas propriedades por substâncias que venham a ser postas em contato com ele. Isto pode se dar por meio de lançamentos indiscriminados (lixões, deposição de entulho, aplicação de agrotóxicos e fertilizantes etc.) ou mesmo de depósitos projetados (tanques de combustíveis ou outros produtos químicos, aterros sanitários e industriais etc.). As características do solo podem ser afetadas em termos físicos (perda de capacidade estrutural, ocupação da superfície por objetos etc.), químicos (acidificação, salinização, presença de substâncias tóxicas etc.) ou biológicos (alteração dos organismos presentes, perda de fertilidade etc.). Muitas destas ações refletem-se sobre a água infiltrada no sub-solo (aquíferos freáticos e confinados). A atividade humana produz contaminação do solo na medida em que gera os contaminantes e permite que os mesmos entrem em contato com o solo. A urbanização, em particular, contribui para tal contaminação, ao provocar um

aumento na presença dos contaminantes (resíduos ou insumos relacionados às atividades urbanas) ou por favorecer o surgimento de locais propícios aos lançamentos e depósitos.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser identificada a possibilidade de ocorrência de lançamentos de substâncias no solo (em geral resíduos sólidos, sejam de natureza doméstica ou industrial). Tais lançamentos caracterizam contaminação. Da mesma forma, se estiverem previstos depósitos de contaminantes potenciais, os mesmos deverão ser cuidadosamente analisados quanto aos dispositivos de proteção contra fugas, vazamentos e acidentes.

Na presente análise, quando estes últimos dispositivos forem considerados suficientes, tendência de sustentabilidade será considerada neutra. Esta poderá ser favorável, caso não haja qualquer lançamento ou deposição. Nas demais situações, a tendência será desfavorável.

ESCALA GEOGRÁFICA

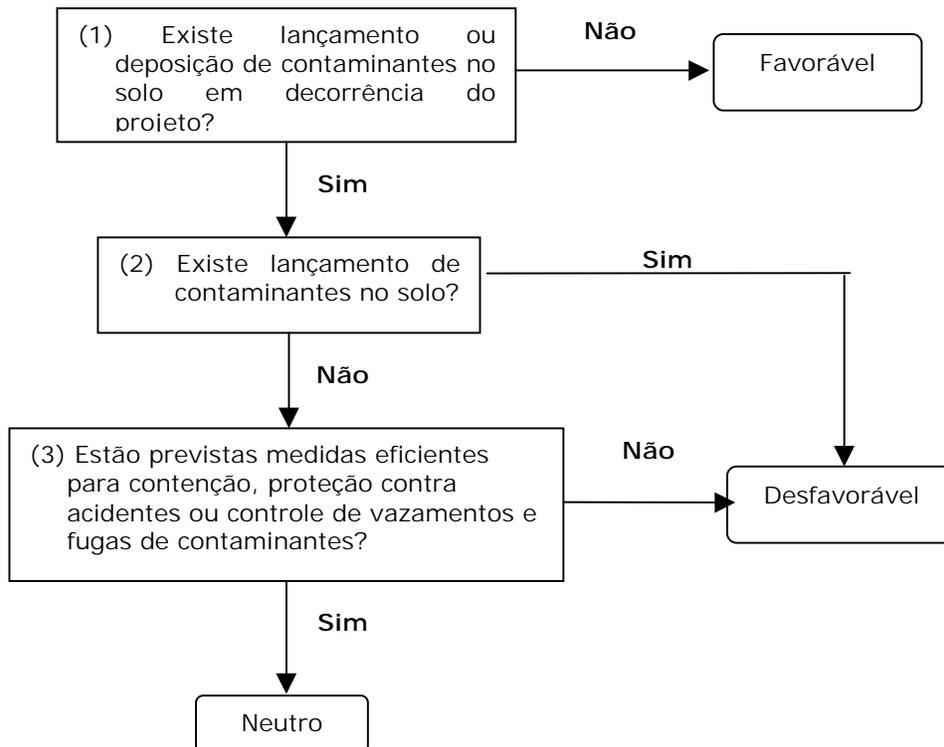
A área de influência em geral restringe-se ao próprio local da implantação, porém poderá ampliar-se quando se tratar de zona de recarga de um aquífero cuja extensão extrapole a área do projeto.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Erosão do solo, qualidade da água, cobertura vegetal, geração de resíduos, destinação de resíduos, ecossistemas de especial interesse (zonas de recarga), riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Solo : Contaminação



Observações:

- deve-se observar que, muitas vezes, o lançamento ou a deposição não estão previstos, porém poderão ocorrer como decorrência de outros fatores. Por exemplo: loteamentos em que há possibilidade de instalação de postos de combustível ou lançamentos de entulhos por falta de determinação de locais apropriados.

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Água**

Fator: **Disponibilidade**

3

DEFINIÇÃO

A disponibilidade da água é a existência deste recurso em quantidade suficiente para atender aos diversos usos a que se destina, desde aqueles que implicam na sua captação (abastecimento doméstico, industrial) até os usos como elemento paisagístico ou para a manutenção da vida aquática.

DESCRIÇÃO

A água apresenta-se como um elemento dinâmico, que circula através do ciclo hidrológico. Embora exista em abundância no planeta, sua distribuição é irregular, e as formas a partir das quais pode ser captada são limitadas. As principais fontes são o escoamento superficial (rios, córregos, lagos etc.) e a água infiltrada no sub-solo (aqüíferos freáticos e confinados). A atividade humana reduz a disponibilidade, em termos quantitativos e qualitativos, na medida em que retira a água destes compartimentos e a devolve descaracterizada de sua condição inicial após o seu uso, ou ainda quando necessita manter volumes "imobilizados" nos mesmos (por exemplo, para navegação ou geração de energia hidrelétrica). Também pode afetar a disponibilidade ao reduzir a recarga dos aqüíferos, favorecendo o escoamento em detrimento da infiltração. A urbanização, em particular, contribui para tal redução, ao provocar um crescimento na demanda por água (pelo aumento da população e das atividades econômicas), por acarretar a impermeabilização da superfície do solo e a remoção de vegetação. Além disso,

os sistemas de esgotamento e drenagem urbana, podem contribuir na redução da disponibilidade hídrica, ao provocar a contaminação das fontes de água, principalmente se medidas de controle e monitoramento não forem adotadas.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

A verificação da disponibilidade hídrica poderá ser feita de dois modos. No primeiro, através da quantificação da disponibilidade hídrica existente, através de dados hidrológicos relativos aos mananciais superficiais e subterrâneos. Da mesma forma, a demanda existente e a prevista deverão ser estimadas. No segundo modo, através da verificação da ocorrência de alterações desta disponibilidade em função da implantação do projeto. Por fim, deverá ser observada a existência, no projeto, de medidas de conservação da água e avaliados os seus efeitos.

Na presente análise, quando ocorrer uma alteração na disponibilidade hídrica, a mesma deverá ser verificada em função do modo como é afetada. Se a alteração for prejudicial e não estiverem contempladas medidas de controle para a conservação da água, será caracterizada uma tendência desfavorável. Se tais medidas forem adotadas a tendência será neutra, o mesmo ocorrendo no caso das alterações não serem prejudiciais. A situação será favorável para a sustentabilidade se as condições de disponibilidade não forem afetadas. Medidas de controle de possíveis alterações e para a conservação dos

recursos hídricos, devem estar traduzidas em ações concretas, tais como usos mais eficientes, controle de perdas, reuso e outras. Alterações prejudiciais podem ser desde variações na disponibilidade para o consumo e outros fins, exploração excessiva, até a contaminação do recurso, diminuindo seu potencial de utilização.

ESCALA GEOGRÁFICA

A área de influência poderá ser ampliada, caso a água venha a ser retirada de sistemas já implantados (afetando a capacidade do manancial

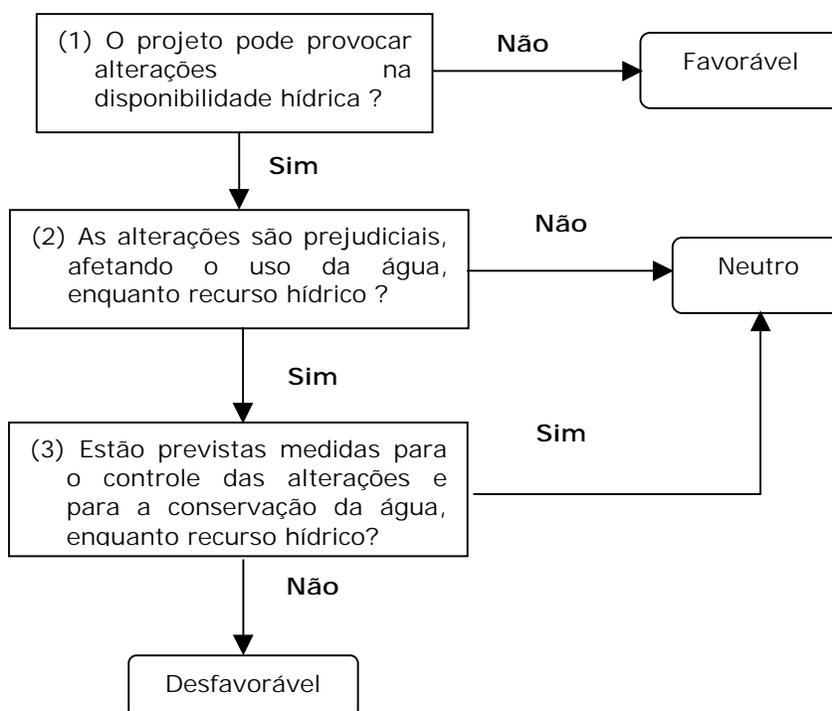
em uso e das instalações existentes), ou quando se tratar de zona de recarga de um aquífero cuja extensão extrapole a área do projeto.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Qualidade da água, cobertura vegetal, consumo de energia, dispersão de águas residuárias e pluviais, ecossistemas de especial interesse (bacias de mananciais e zonas de recarga).

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Água : Disponibilidade Hídrica



Observações:

- considerar as condições de consumo máximo de água (saturação da ocupação, etapa final de implantação);
- considerar as condições de disponibilidade mínima (estiagens prolongadas, vazões mínimas).

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Água**

Fator: **Qualidade**

4

DEFINIÇÃO

A qualidade da água é o conjunto de características físicas, químicas e biológica que este recurso natural apresenta, indicando sua adequação ou não a cada um dos seus diversos usos.

DESCRIÇÃO

O que se denomina normalmente como "água", é, na verdade, uma mistura de H₂O com diferentes tipos de sólidos, gases e outros líquidos. As quantidades destas substâncias, ao lado de características físicas como a temperatura, determinam a qualidade de uma água. Esta varia ao longo das etapas do ciclo hidrológico. Em geral, a água infiltrada no sub-solo apresenta menos sólidos e gases que as águas que escoam superficialmente, embora em condições específicas possa acontecer o contrário. A atividade humana afeta a qualidade da água no ambiente, na medida em que lança substâncias nos corpos d'água (esgotos domésticos, industriais, agrícolas) ou contamina os aquíferos subterrâneos, ou ainda favorece a erosão do solo ou retira a proteção representada pela vegetação. A urbanização, por sua vez, pode acarretar todas estas conseqüências (exceto a poluição agrícola). Por outro lado, a implantação de sistemas de tratamento de esgotos ou de proteção contra a erosão pode levar à recuperação da qualidade da água.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser avaliada a qualidade do(s) corpos d'água(s) afetados(s) pelo projeto, e estimadas as possíveis alterações. Para esta avaliação, poderão ser empregados Índices de Qualidade de Água (IQAs) já existentes ou propostos para a situação específica. Avaliações qualitativas também podem ser empregadas. A possibilidade de contaminação de aquíferos subterrâneos também deve ser investigada.

No presente caso, o uso preponderante para avaliação da qualidade da água será o abastecimento público (água para consumo humano), por ser um dos usos mais exigentes, embora em casos específicos possam ser também acrescentadas outras condições. Uma alteração da qualidade que dificulte a potabilização da água indica uma tendência desfavorável à sustentabilidade. Já uma melhoria na qualidade, em decorrência da implantação do projeto, implica na ocorrência da tendência favorável.

ESCALA GEOGRÁFICA

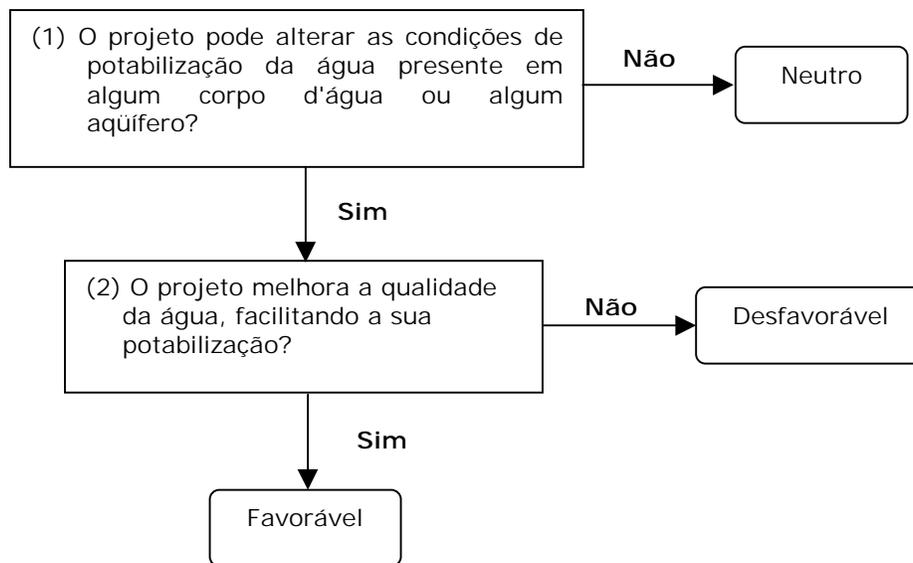
A área de influência poderá ser ampliada, caso os lançamentos de poluentes nos corpos d'água ocorram externamente à área do projeto, afetando os mesmos a jusante. Da mesma forma, quando se tratar de zona de recarga, com uma possível contaminação de um aquífero que extrapole a área do projeto.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Erosão do solo, contaminação do solo, disponibilidade hídrica, destinação de resíduos, dispersão de águas residuárias e pluviais, impactos sobre ecossistemas de especial interesse, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Água : Qualidade



Observações:

- considera-se que a potabilização é facilitada quando a água no meio natural passa a ter características mais próximas à água potável;
- a água é considerada potável quando atende às exigências da legislação referentes ao tema;
- a alteração da qualidade, em termos de potabilização, deve ser considerada mesmo que o corpo d'água ou o aquífero não estejam sendo utilizados, naquele momento, como mananciais para abastecimento.

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**
Componente: **Vegetação**
Fator: **Cobertura Vegetal**

5

DEFINIÇÃO

Considera-se cobertura vegetal a área ocupada por qualquer espécie vegetal, excetuando-se as de culturas temporárias e incluindo-se a vegetação presente na arborização de vias de circulação.

DESCRIÇÃO

A presença de cobertura vegetal provoca efeitos, geralmente positivos, em termos de: proteção do solo contra a erosão, favorecimento dos processos de evapotranspiração e de infiltração da água no sub-solo, redução da temperatura e da circulação do ar, diminuição de material particulado na atmosfera, aumento da biodiversidade (fauna e flora), atenuação de ruídos, além de aspectos paisagísticos, entre outros. A ação humana tem, ao longo do tempo, reduzido de forma significativa a cobertura vegetal de diversas regiões. A ocupação territorial que tem sido freqüentemente praticada nos processos de urbanização, seja para abertura de vias e lotes, seja para a implantação dos serviços de infraestrutura, tem alterado drasticamente a cobertura vegetal, muitas vezes deixando o solo completamente exposto, outras vezes impermeabilizando extensivamente a sua superfície.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

A determinação da cobertura vegetal total (CVT) pode ser feita medindo-se áreas a partir de mapas temáticos, ou por meio de medições diretas em campo, considerando-se os diferentes tipos de vegetação presente, ainda que não nativas. Áreas com culturas temporárias, que mantêm o solo exposto por determinado período, não devem ser computadas no cálculo da cobertura vegetal total. Áreas com culturas permanentes deverão ser analisadas caso a caso, a fim de verificar se as mesmas cumprem satisfatoriamente as funções descritas no item anterior. Caso isto ocorra, poderão ser incluídas na área com cobertura vegetal.

A tendência à sustentabilidade é determinada comparando-se as áreas com cobertura vegetal existentes antes e as previstas para após a implantação do empreendimento. Se houver um aumento, a tendência será favorável. Caso contrário, tem-se uma tendência desfavorável. A manutenção da cobertura vegetal ou uma variação pequena de sua área indicam uma condição neutra.

ESCALA GEOGRÁFICA

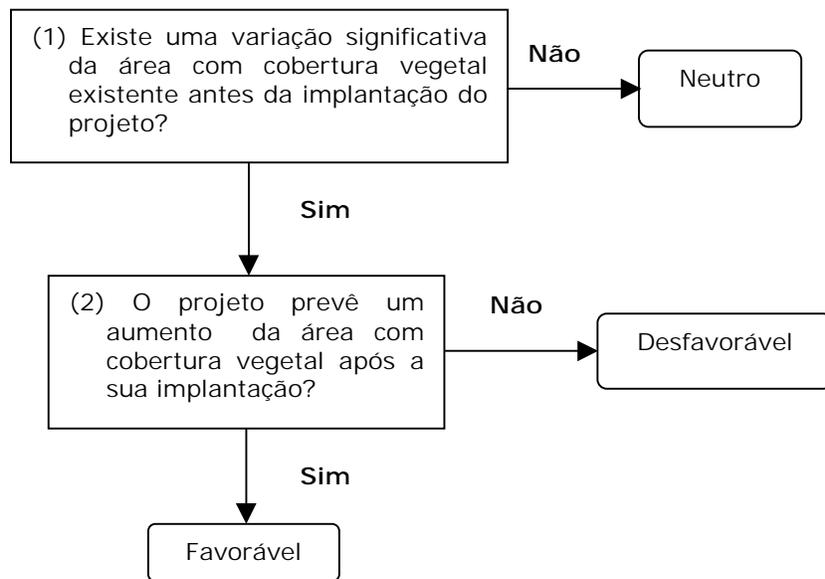
A área de influência será ampliada se a vegetação afetada representar uma parcela significativa dos remanescentes vegetais da região, ou localizar-se em áreas de mananciais ou recarga de aquíferos cuja extensão extrapole os limites do projeto.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Erosão do solo, disponibilidade hídrica, qualidade da água, cobertura com espécies nativas, micro-clima, benefícios ambientais, riscos ambientais

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Vegetação: Cobertura Vegetal



Observações:

- quando a cobertura vegetal for representada pela arborização de vias de circulação com árvores isoladas, a forma de medição poderá ser alterada, considerando-se, por exemplo, área média de copa, ou mesmo número de exemplares.

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Vegetação**

Fator: **Cobertura com espécies nativas**

6

DEFINIÇÃO

Considera-se como cobertura vegetal nativa a área ocupada predominantemente por espécies típicas da região em questão, ainda que estejam em estágio de degradação ou de recuperação.

DESCRIÇÃO

Além de contribuir com as funções características de qualquer cobertura vegetal (proteção do solo, favorecimento da evapotranspiração e da infiltração da água, redução da temperatura e da circulação do ar, atenuação de ruídos, diminuição do material particulado na atmosfera, entre outras), a presença de espécies vegetais nativas contribui para aproximação das condições naturais do meio em análise, favorecendo as condições ecológicas originais, com reflexos em toda a cadeia florística e faunística. As atividades humanas têm acarretado uma remoção significativa da vegetação nativa de diversas regiões, seja pela simples supressão da cobertura vegetal, seja pela introdução de espécies exóticas, tanto para usos agro-pecuários, quanto em silvicultura (reflorestamentos) e mesmo para fins paisagísticos. A urbanização tem contribuído para a redução da vegetação nativa tanto pela sua remoção direta, quanto pela introdução de novas espécies para fins de arborização e paisagismo urbano.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

A determinação da cobertura vegetal nativa (CVN) pode ser feita a partir de mapas temáticos ou medições diretas. São consideradas áreas com cobertura vegetal nativa aquelas em que as espécies autóctones predominam, ainda que em estágio de degradação ou regeneração. Deve-se verificar se o projeto identifica tais ocorrências, e também se há uma previsão de recuperação de áreas impactadas ou uma reintrodução de espécies ameaçadas ou já perdidas.

A tendência à sustentabilidade é determinada comparando-se as áreas com cobertura vegetal nativa existentes antes e as previstas para após a implantação do empreendimento. Se houver um aumento, a tendência será favorável. Caso contrário, tem-se uma tendência desfavorável. A manutenção da CVN ou uma variação pequena de sua área indicam uma condição neutra.

ESCALA GEOGRÁFICA

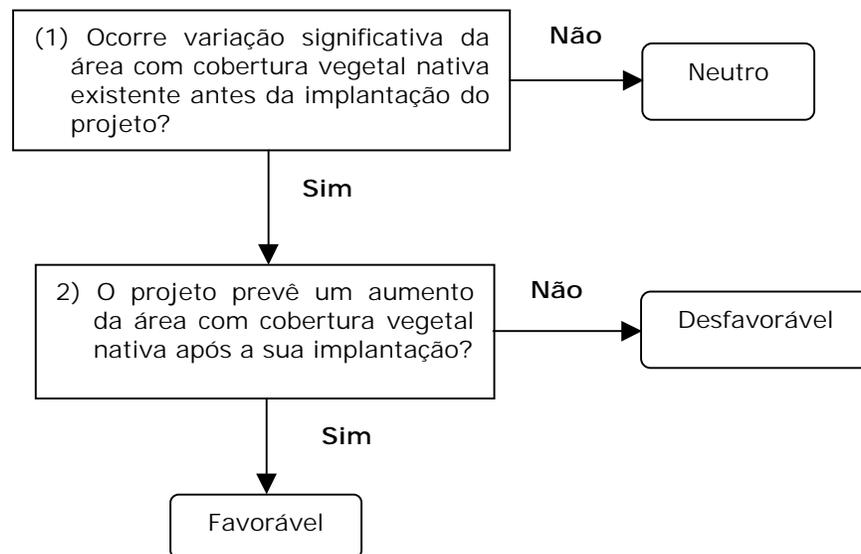
A área de influência será ampliada se a vegetação nativa afetada representar uma parcela significativa dos remanescentes da região.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Cobertura vegetal, ecossistemas de especial interesse, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Vegetação: Cobertura com Espécies Nativas



Observações:

- quando a cobertura vegetal nativa for representada por exemplares isolados (árvores), a medição de sua variação pode se dar através da contagem de indivíduos;
- quando houver mais de um tipo de vegetação nativa e os resultados de sustentabilidade forem diferenciados, predominará, para efeito de análise, a condição desfavorável.

Variável de controle: **Capacidade Suporte dos Recursos Naturais**

Componente: **Ar**

Fator: **Qualidade**

7

DEFINIÇÃO

A qualidade do ar é o conjunto de características que este recurso natural apresenta, em termos de sua composição, indicando sua adequação à manutenção da vida, das condições de saúde e conforto, bem como em relação à conservação de materiais e características estéticas.

DESCRIÇÃO

O ar atmosférico é uma mistura de diversos gases (alguns em proporção aproximadamente constante, outros com variações mais acentuadas), com outras substâncias, na forma de vapores, gotículas e partículas de diferentes dimensões e constituições (poeira, microrganismos, fuligem etc.). As quantidades destas substâncias, em relação estreita com as condições meteorológicas, determinam a qualidade do ar num local específico. Esta pode variar sazonalmente. A atividade humana afeta a qualidade do ar, na medida em que lança substâncias na atmosfera (poeira, gases de escapamentos de veículos, emissões industriais, resíduos de queimadas em áreas urbanas ou rurais) ou afeta as condições meteorológicas (alteração da umidade, da circulação de ventos etc.). A urbanização, por sua vez, pode acarretar todas as conseqüências citadas (exceto as queimadas rurais).

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser avaliada a qualidade do ar na região afetada pelo projeto, e estimadas as possíveis alterações. Para esta avaliação, poderão ser empregados Índices de Qualidade do Ar já existentes ou propostos para a situação específica. Avaliações qualitativas também podem ser empregadas. Os tipos e as quantidades de emissões atmosféricas possíveis de ocorrer serão um importante instrumento de avaliação.

No presente caso, as características para avaliação da qualidade do ar serão a manutenção das condições de saúde humana e de qualidade ambiental. Uma alteração da qualidade que acarrete danos à saúde ou impactos ambientais indica uma tendência desfavorável à sustentabilidade. Emissões atmosféricas não prejudiciais serão consideradas neutras. Já uma melhoria na qualidade do ar, em decorrência da implantação do projeto, indica uma tendência favorável.

ESCALA GEOGRÁFICA

A área de influência poderá ser ampliada, caso as emissões atmosféricas ou as alterações meteorológicas provocadas pelo projeto afetem áreas externas ao mesmo.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Erosão do solo, cobertura vegetal, microclima, destinação de resíduos, matriz energética, dispersão do ambiente construído, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Ar: Qualidade



Observações:

- as emissões atmosféricas podem originar-se de fontes estáticas (chaminés, exaustores) ou móveis (veículos)
- as alterações meteorológicas geralmente estão relacionadas com a circulação atmosférica, prejudicando a dispersão dos poluentes.

Variável de controle: **Clima**
Fator: **Micro-clima**

8

DEFINIÇÃO

O micro-clima é decorrente das alterações feitas, sobre os fatores climáticos globais, pelas condições do meio local, natural ou antrópico. Na relação constituinte do equilíbrio térmico, as principais variáveis a serem consideradas são a temperatura, a radiação, a umidade e a circulação do ar.

DESCRIÇÃO

Os principais fatores que influenciam o micro-clima são a topografia, a latitude, a altitude, a insolação, os ventos, as massas de terra e água, a vegetação, o solo e os componentes do ambiente construído. Frequentemente, o desenho e a tipologia de pavimentação do sistema viário, a disposição de lotes e edificações, a volumetria das edificações, a superfície, disposição e as características dos elementos do paisagismo, entre outros, em geral, não têm sido projetados e implantados considerando seus efeitos nos fatores climáticos. Isso tem provocado diferentes situações de desconforto humano e de alterações de sistemas naturais, com elevado grau de impacto ambiental e a conseqüente redução da qualidade de vida. Um dos efeitos mais característicos das alterações do micro-clima é a formação das denominadas "ilhas de calor" nas áreas urbanas.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deve-se analisar as possíveis alterações que a implantação do projeto acarreta sobre o micro-clima, conforme os aspectos apresentados no item anterior. Da mesma forma, deve-se identificar o uso ou não de técnicas mais adequadas às condições climáticas locais.

A sustentabilidade será avaliada em função das condições de conforto higro-térmico. Caso o projeto seja adequado a estas condições, a tendência será favorável. Isto pode se dar pela compatibilização entre o projeto e a implantação das infra e super estruturas urbanísticas e os princípios bioclimáticos, incluindo o uso de técnicas adequadas (ecotécnicas). Caso contrário, tem-se uma tendência desfavorável. Se não forem detectados efeitos decorrentes do projeto sobre o micro-clima, tendência será neutra.

ESCALA GEOGRÁFICA

Geralmente a área de influência está restrita ao local do empreendimento. No entanto, no caso de empreendimentos com alta densidade de ocupação e significativa concentração de calor, pode-se ter uma

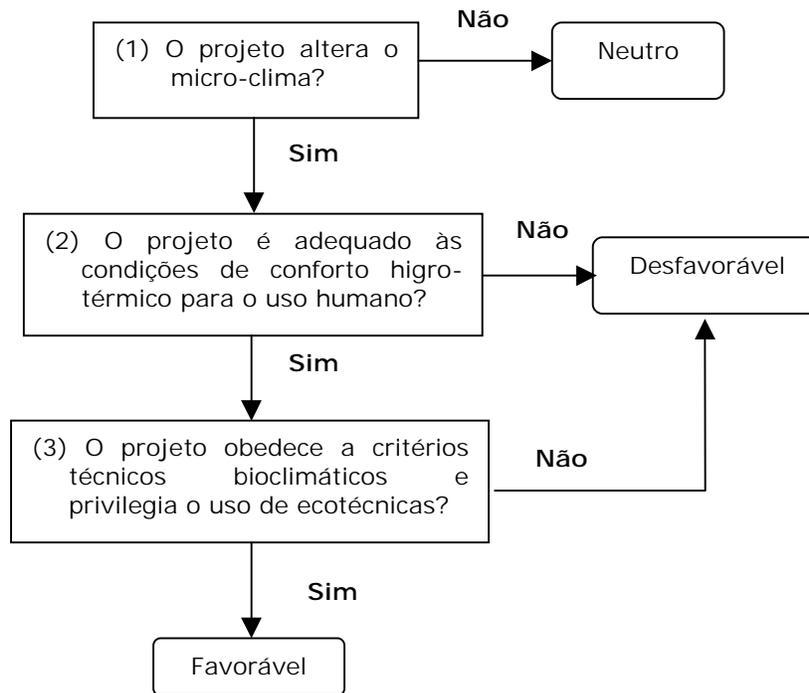
alteração no micro-clima da área envoltória.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Disponibilidade hídrica, cobertura vegetal, consumo de energia, distribuição espacial do ambiente construído e das águas pluviais, benefícios ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Clima: Microclima



Observações:

- ecotécnicas é o nome que se pode dar àquelas técnicas que melhor se harmonizam aos fluxos naturais, gerando também baixos impactos ambientais.

Variável de controle: **Energia**
Fator: **Consumo**

9

DEFINIÇÃO

O consumo de energia refere-se à quantidade de energia, nas suas diferentes formas, que deve ser fornecida ao empreendimento ou que será utilizada em função da implantação do mesmo.

DESCRIÇÃO

A energia é um recurso utilizado em praticamente todas as atividades humanas. Algumas destas atividades são: abastecimento de água, preparação de alimentos, deslocamento pessoal e de produtos, iluminação privada e pública, aquecimento, lazer, produção industrial, comunicações, transporte e tratamento de resíduos, etc. As principais fontes são os combustíveis fósseis (gás natural, petróleo, carvão, etc.), o potencial hidrelétrico, a biomassa e a fissão nuclear. Em menor escala, tem-se a radiação solar, os ventos, as marés e outros. Algumas formas de energia podem ser obtidas no local de uso (solar, eólica), enquanto outras dependem de redes de distribuição que podem ser caras e provocam perdas. O aumento das atividades humanas acarreta, em geral, um maior consumo de energia, embora possa-se ter formas de melhorar a eficiência energética, por meio de uma política de conservação (melhorias tecnológicas, controle de perdas, etc.). A urbanização, em particular, gera um aumento no consumo energético, decorrente da implantação ou expansão de várias das atividades citadas.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser estimado o consumo energético decorrente da implantação do projeto, considerando-se usos diretos (p. ex., bombas hidráulicas ou outros equipamentos mecânicos) ou indiretos (p. ex., uso de veículos por futuros moradores). Deverá ser observada a existência, no projeto, de medidas de conservação de energia e avaliados os seus efeitos.

A sustentabilidade poderá ser avaliada comparando-se as soluções propostas no projeto com possíveis alternativas viáveis verificadas na análise, em termos de energia fornecida por fontes externas. Quando houver alternativa viável que acarrete um consumo energético menor, significa que a tendência no projeto é desfavorável. Esta mesma tendência ocorrerá quando o consumo se der num contexto de escassez de energia. Quando a proposta escolhida for a de menor consumo, a tendência será neutra. Esta poderá ser mesmo favorável, caso o projeto contemple uma política de conservação de energia, traduzida em ações concretas, tais como usos mais eficientes e controle de desperdícios (por exemplo, favorecimento do transporte coletivo, menor necessidade de iluminação artificial, etc). Quando não houver consumo de energia a tendência da sustentabilidade será sempre favorável.

ESCALA GEOGRÁFICA

A área de influência poderá ser ampliada, por exemplo, se o fornecimento de energia ao empreendimento acarretar uma ampliação do sistema produtor ou se a retirada de energia de sistemas já

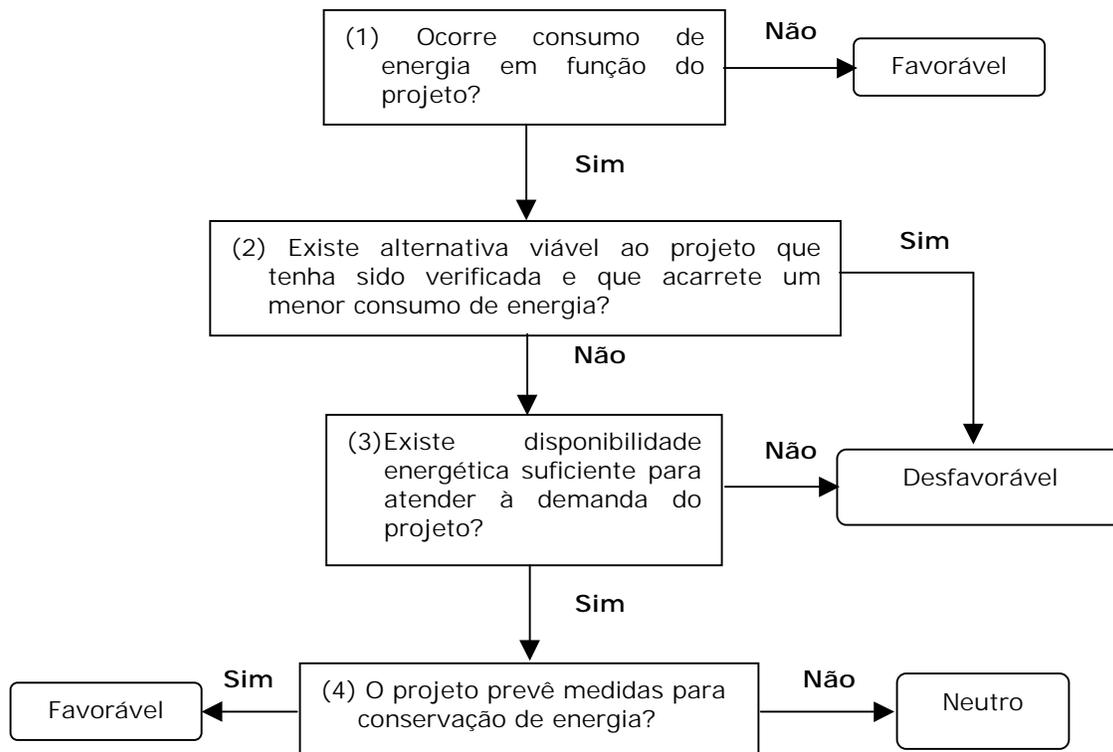
implantados afetar o abastecimento energético existente.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Disponibilidade hídrica, qualidade do ar, matriz energética, geração de resíduos, dispersão do ambiente construído.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Energia: Consumo



Observações:

- sob esta variável podem ser comparadas diferentes alternativas desde que atendam às necessidades previstas no projeto. Para instalações de tratamento de água e esgoto, por exemplo, pode-se comparar os sistemas mecanizados com os hidráulicos, seja na totalidade da instalação ou em cada um de seus elementos constituintes. O mesmo pode ser feito entre sistemas por gravidade e bombeados.

Variável de controle: **Energia**
Fator: **Matriz**

10

DEFINIÇÃO

A matriz energética refere-se à combinação das diferentes formas a partir das quais pode-se obter a energia a ser fornecida ao empreendimento ou que será utilizada em função da implantação do mesmo.

DESCRIÇÃO

As formas a partir das quais pode-se disponibilizar a energia para o uso humano são limitadas. As principais fontes são os combustíveis fósseis (gás natural, petróleo, carvão, etc.), o potencial hidrelétrico, a biomassa e a fissão nuclear. Em menor escala, têm sido usados a radiação solar, os ventos, as marés e outros. Algumas dessas fontes são renováveis, enquanto outras não. Além disto, algumas podem ser obtidas no local de uso (solar, eólica), enquanto outras dependem de redes de distribuição que podem ser caras e provocam perdas. A produção de algumas formas de energia pode ser também altamente impactante, em termos ambientais, como é o caso de grandes usinas hidrelétricas, termelétricas ou nucleares, ou ainda monoculturas extensas para obtenção de biomassa. A matriz associada a um empreendimento em particular é fortemente condicionada pela matriz regional ou mesmo nacional, porém pode-se propor alternativas específicas que contemplem fontes renováveis e de menor impacto ambiental. A urbanização e os sistemas de água no meio urbano podem prever tais alternativas.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser analisada a matriz energética associada à implantação do projeto, identificando-se as principais fontes geradoras da energia a ser consumida e o peso de cada uma delas. Caso não seja possível uma distinção específica (p. ex., eletricidade proveniente de fonte hidrelétrica e nuclear distribuída por um mesmo sistema), deverá ser observada a matriz regional.

A sustentabilidade poderá ser avaliada considerando-se os seguintes aspectos:

- tendência desfavorável: fontes não renováveis, caracterizada por estoques com possibilidade de esgotamento (combustíveis fósseis, energia nuclear etc.);
- tendência neutra: fontes renováveis, porém com impactos ambientais significativos (grandes hidrelétricas, biomassa obtida de monoculturas extensas ou de desmatamento etc.);
- tendência favorável: fontes renováveis de baixo impacto (solar, eólica, marés, biomassa obtida de resíduos ou de cultivos pouco impactantes, etc).

ESCALA GEOGRÁFICA

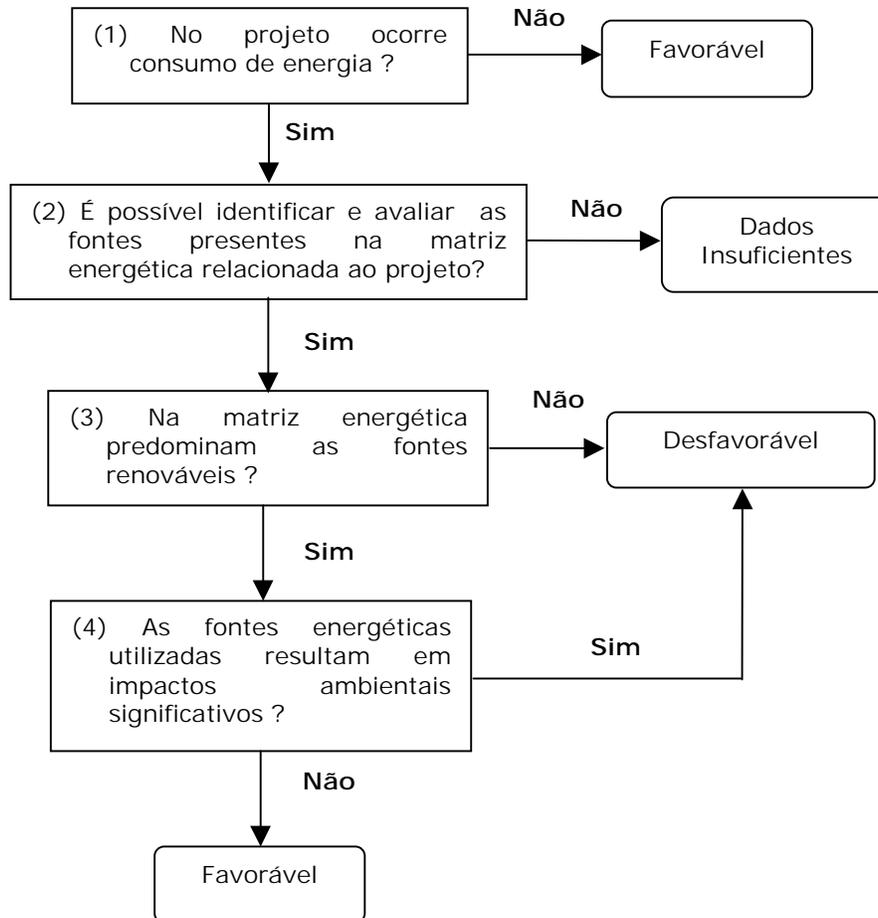
A área de influência na maioria dos casos ultrapassa os limites do empreendimento, a não ser que toda a energia possa ser obtida localmente.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Disponibilidade hídrica, cobertura vegetal, qualidade do ar, consumo energético, geração e destinação de resíduos, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Energia: Matriz



Observações:

- quando fontes de mais de uma das classes ocorrerem, deve-se avaliar o peso relativo das mesmas.

Variável de controle: **Resíduos**
Fator: **Geração**

11

DEFINIÇÃO

A geração de resíduos será considerada em termos de sua minimização, procurando-se evitar que determinado material (sólido, líquido ou gasoso) passe a ser considerado sem utilidade, necessitando ser descartado no ambiente.

DESCRIÇÃO

A geração de resíduos é inerente a todas as atividades humanas, embora as quantidades e os tipos possam variar. Minimizar os resíduos é procurar evitar que os mesmos sejam gerados, diminuindo as quantidades que são lançadas no ambiente, e que têm de ser coletadas, transportadas, tratadas e dispostas em instalações específicas. A minimização engloba normalmente pelo menos três aspectos (os 3 Rs): a redução (evitar a produção e o uso de materiais que sejam rapidamente descartados); a reutilização (usar novamente um material sem necessidade de um reprocessamento industrial); e a reciclagem (reprocessar o material já usado, gerando novo produto, para uso similar ou não). A minimização reduz tanto os impactos dos resíduos, quanto dos dispositivos destinados a lidar com os mesmos, ao mesmo tempo em que economiza recursos naturais (matérias primas, energia). A ação humana muitas vezes não se preocupa com tais aspectos, voltando-se apenas para eliminar resíduos já produzidos. Incorporar a preocupação com a própria geração dos resíduos é um avanço que precisa ocorrer, e a urbanização e os sistemas de água no meio urbano podem prever alternativas para tanto.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser analisada a geração de resíduos associada à implantação do projeto, identificando-se as principais fontes, os tipos e as quantidades geradas. Os resíduos poderão ocorrer durante e após a implantação. Políticas de minimização deverão ser identificadas.

A sustentabilidade poderá ser avaliada comparando-se a solução proposta com possíveis alternativas, em termos de geração de resíduos. A não adoção de uma alternativa viável que gere menos resíduos, significa que a tendência no projeto é desfavorável. Quando a proposta escolhida for a de menor geração, a tendência será neutra. Esta poderá ser mesmo favorável, caso o projeto contemple também uma política de minimização de resíduos, traduzida em ações concretas, tais como coleta seletiva de resíduos sólidos, reuso de águas residuárias, combate a desperdícios, eliminação de embalagens desnecessárias, favorecimento do transporte coletivo, etc.

ESCALA GEOGRÁFICA

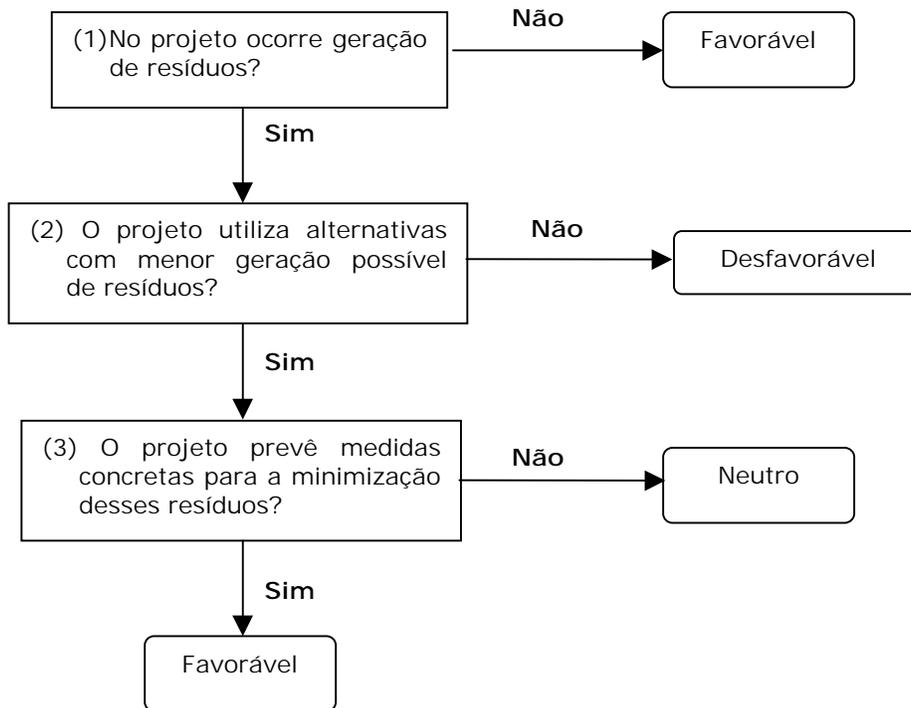
A área de influência pode ser ampliada quando os resíduos gerados (com ou sem a minimização) são descartados fora dos limites do empreendimento, ou quando os impactos apresentam tal comportamento.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Contaminação do solo, qualidade da água, qualidade do ar, destinação dos resíduos, dispersão das águas residuárias, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Resíduos: Geração



Observações:

- a política de minimização deverá estar consubstanciada em ações concretas, com a previsão das estruturas físicas, procedimentos operacionais e recursos necessários para sua implementação.

Variável de controle: **Resíduos**Fator: **Destinação**

12

DEFINIÇÃO

A destinação de resíduos será considerada em termos de sua adequação, considerando-se a utilização de técnicas que reduzam os impactos ambientais decorrentes.

DESCRIÇÃO

Considerando-se que, mesmo com uma minimização eficiente, a geração de resíduos em decorrência das atividades humanas é praticamente inevitável, é necessário que os mesmos sejam devidamente coletados, transportados, tratados e dispostos no ambiente, de modo a que os impactos sejam os menores possíveis. Para tanto, existem técnicas que devem ser usadas de forma apropriada, pois podem também gerar os seus próprios impactos. A urbanização e os sistemas de água no meio urbano podem contribuir para a geração de resíduos, durante ou após a implantação do empreendimento projetado. Exemplos de resíduos são o lixo domiciliar, restos de vegetação, entulhos de obras, águas residuárias, emissões atmosféricas etc. O projeto em análise pode, inclusive, estar voltado especificamente para a questão de resíduos, como seria o caso de um projeto de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deverá ser analisada a destinação prevista para os resíduos associados à implantação do projeto, identificando-se as principais fontes, os tipos e as quantidades a serem coletadas, transportadas, tratadas e dispostas. Os resíduos poderão ser gerados durante e após a implantação.

A sustentabilidade poderá ser avaliada verificando-se, inicialmente, se todos os resíduos apresentam uma destinação tecnicamente correta, seja em instalações previstas no projeto, seja em dispositivos já existentes. Caso isto não ocorra, a tendência será desfavorável. O mesmo ocorrerá se a solução apontada utilizar sistemas já existentes que não sejam apropriados ou estejam com sua capacidade comprometida, ou ainda quando os resíduos do próprio sistema de destinação também apresentarem problemas. Quando o projeto destinar adequadamente os resíduos, a tendência poderá ser neutra ou mesmo favorável, caso se caracterize uma redução dos impactos provocados por resíduos existentes anteriormente à implantação do empreendimento. No caso de diferentes resíduos, com soluções favoráveis e desfavoráveis, esta última condição deverá predominar na avaliação da sustentabilidade.

ESCALA GEOGRÁFICA

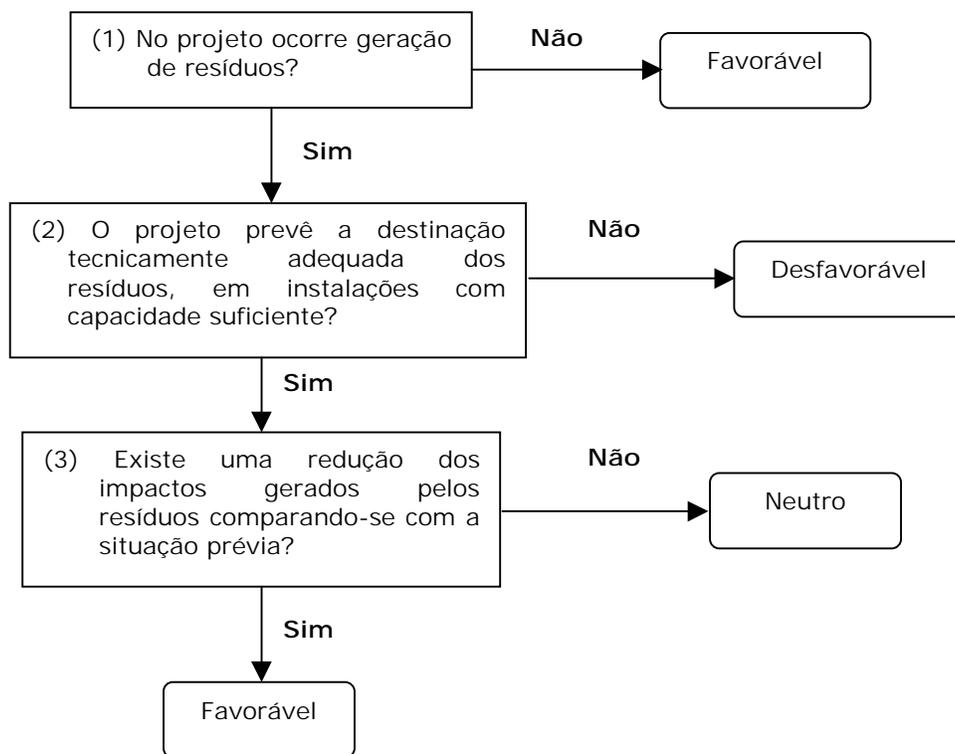
A área de influência pode ser ampliada quando a destinação dos resíduos se der fora dos limites do empreendimento, ou quando os impactos resultantes extrapolarem os mesmos limites.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Contaminação do solo, disponibilidade e qualidade da água, qualidade do ar, geração dos resíduos, dispersão das águas residuárias, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Resíduos: Destinação



Observações:

- poderão ocorrer casos de projetos que não gerem resíduos (ou em quantidade pouco significativa). Por exemplo, a implantação apenas das redes de água ou esgoto, em vias não pavimentadas. Em casos onde não haja resíduos, este item será sempre favorável.

Variável de controle: **Distribuição Espacial**

Componente: **Ambiente Construído / Águas Residuárias e Pluviais**

Fator: **Dispersão**

13

DEFINIÇÃO

A distribuição espacial, aqui referida em função da dispersão do ambiente construído e dos sistemas de águas residuárias e pluviais, diz respeito ao grau de concentração, tanto das edificações e de seus pavimentos, quanto das vazões transportadas por aqueles sistemas.

DESCRIÇÃO

O conceito de distribuição refere-se à maior ou menor aproximação com os eventos naturais, quanto à sua dinâmica mais dissipativa e menos convergente, o que leva, na maioria das vezes, a situações de menor pressão sobre o ambiente. Um dos principais efeitos da urbanização é justamente a concentração das atividades humanas, ultrapassando a capacidade de assimilação de impactos pelo meio natural. Em termos de ambiente construído, deve-se considerar a combinação da área total de construção com a projeção da mesma no terreno, buscando-se evitar situações extremas. Excesso de dispersão pode significar uma ocupação excessiva de ambientes naturais, além da ampliação de toda infra-estrutura e aumento desnecessário da circulação de pessoas, bens e veículos. Excesso de concentração, por sua vez, representa uma forma de ocupação que se direciona em sentido oposto ao caráter disperso dos ciclos naturais, podendo gerar situações de falta de iluminação e ventilação nos ambientes públicos e privados, entre outros efeitos negativos.

Quanto aos sistemas de esgotamento e de drenagem, a concentração das vazões, por meio de redes centralizadoras, pode trazer desvantagens ao ampliar os efeitos dos lançamentos em corpos receptores, seja em termos quantitativos (causando enchentes ou inundações) ou qualitativos (com lançamento pontual e dependência de instalação de tratamento única). As soluções mais dispersas, que evitem dirigir toda a água (residuária ou pluvial) para um ou poucos pontos, tende a ser mais flexível e menos impactante.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Para análise da dispersão do ambiente construído utilizam-se, normalmente, de forma combinada, dois indicadores: a Taxa de Ocupação (TO) e o Coeficiente de Aproveitamento (CA). A TO indica a porcentagem de área (do lote ou da gleba) que será ocupada pela projeção das edificações. O CA indica a relação entre a área total a ser construída e a área total do terreno ou da gleba. Situações intermediárias para ambos os indicadores favorecem a sustentabilidade.

A avaliação da dispersão dos sistemas de águas residuárias será função do número de sub-bacias presentes. Uma certa descentralização do sistema é favorável à sustentabilidade. O mesmo ocorre com relação às águas pluviais, acrescentando-se ainda que o favorecimento da infiltração da água no sub-solo é outro fator positivo.

ESCALA GEOGRÁFICA

A área de influência é local, porém suas consequências indiretas podem atingir a região. Por exemplo, as emissões atmosféricas e o gasto de combustível gerados pela circulação de veículos automotores em um empreendimento excessivamente disperso. Ou um excesso de verticalização e adensamento, que podem provocar alterações na circulação do ar numa

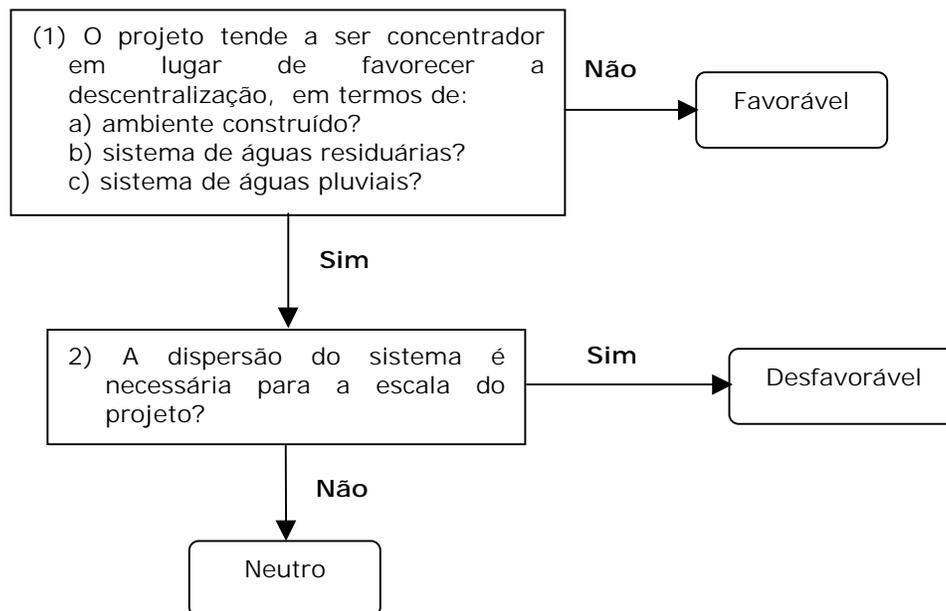
área envoltória e na redução das capacidades das infra-estruturas urbanas da região em relação às novas demandas.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Consumo energético, qualidade da água, qualidade do ar, micro-clima, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Distribuição Espacial: Ambiente Construído / Águas Residuárias e Pluviais



Observações:

- o fluxograma deve ser seguido para cada um dos componentes considerados.
- da mesma forma, somente serão preenchidas na Matriz as colunas referentes a cada um dos componentes.

DEFINIÇÃO

Ecosistemas de especial interesse são aqueles que apresentam característica(s) tal(is) que justifique(m) uma preocupação efetiva com sua conservação ou mesmo sua preservação, sob pena de perda significativa em termos ambientais.

DESCRIÇÃO

Consideram-se como ecossistemas de especial interesse (EEI), inicialmente, aqueles que estão assim definidos em termos legais, na forma de unidades de conservação já criadas, mesmo que não efetivamente implantadas. Estes são aqui considerados como "protegidos". Alguns exemplos são: Parques Nacionais, Reservas Biológicas, Áreas de Proteção Ambiental, margens de corpos d'água, terrenos com alta declividade, áreas de várzeas e manguezais, etc. Além destes, incluem-se aqueles ambientes, aqui referidos como "frágeis", que apresentem alguma vulnerabilidade relativa ao seu conjunto ou a um atributo específico. Este pode ser de natureza física (configuração topográfica, fragilidade do solo, paisagem, etc.) ou biológica (presença de espécie endêmica ou ameaçada, ecossistema com função ecológica significativa, etc.). Tanto os EEI protegidos quanto os frágeis não podem ser submetidos a impactos que causem danos aos seus atributos, de forma direta ou indireta. A urbanização e os sistemas de água no meio urbano podem contribuir para a geração destes impactos, durante e após a implantação do empreendimento projetado, em função da ocupação física de áreas onde os mesmos ocorrem, ou como

decorrência de ações como lançamentos de águas residuárias, remoção de vegetação, emissões atmosféricas, circulação de veículos, formação de reservatórios, etc.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

A identificação da existência de algum ecossistema de especial interesse associado ao projeto é o primeiro passo a ser dado. Caso o mesmo não ocorra, a tendência à sustentabilidade será neutra, a menos que seja explicitado que a escolha do local levou em conta tal aspecto, apresentando-se a alternativa descartada (obviamente, associada a um EEI). Neste caso, a tendência poderá ser favorável. Caso haja algum EEI, deve-se verificar se a ocorrência de impactos afeta os seus atributos de modo negativo, caracterizando-se, assim, a tendência desfavorável. Se os impactos decorrentes do empreendimento não forem negativos para o EEI, a tendência pode ser considerada favorável, indicando a possibilidade de coexistência entre uma intervenção urbana e um ecossistema protegido ou frágil.

ESCALA GEOGRÁFICA

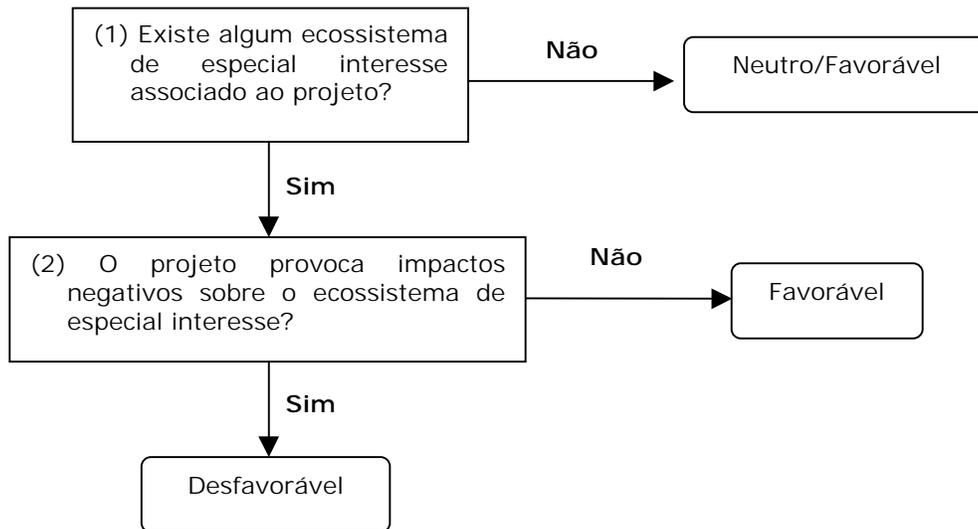
A área de influência pode ser ampliada quando o ecossistema de especial interesse, mesmo estando fora dos limites do empreendimento, for afetado pelos impactos resultantes da implantação do mesmo.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Erosão e contaminação do solo, qualidade da água, qualidade do ar, destinação dos resíduos, distribuição espacial, benefícios ambientais, riscos ambientais.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Ecosistemas de Especial Interesse: Impactos Negativos



Observações:

- a distinção entre neutro e favorável na primeira questão depende da existência de um estudo locacional prévio indicando que a escolha não recaiu em outro local associado a um EEI.

Variável de controle: **Benefícios Ambientais**
Fator: **Impactos Positivos**

15

DEFINIÇÃO

Benefícios ambientais são situações decorrentes de uma interação entre a sociedade humana e o ambiente natural que apontam para um mesmo sentido, caracterizando-se pela ocorrência de impactos positivos.

DESCRIÇÃO

Considera-se a ocorrência de um benefício ambiental quando a ação humana configura-se por uma apropriação do capital natural em que se promova, não só a ausência de danos e a conservação para as gerações presentes e futuras, mas uma contribuição ao meio natural, de forma a recuperá-lo ou regenerá-lo. Busca-se, com isto, valorizar a quebra da continuidade de práticas predatórias que têm ocorrido ao longo da história da humanidade. Ao mesmo tempo, procura-se contemplar a componente temporal relativa ao passado, na medida em que se busca a recuperação de danos anteriores. São exemplos de impactos positivos: o favorecimento do crescimento de vegetação nativa; a recuperação da qualidade de um corpo d'água; a recuperação de ecossistemas de especial interesse, entre outros. Para serem consideradas como benefícios, entretanto, todas estas ações devem ir além do mínimo que se é exigido, seja em termos legais, seja para efeito de mitigação de impactos. O efeito do impacto positivo pode ser a recuperação total da qualidade de determinado ambiente, ou apenas uma contribuição, mesmo que parcial, para que tal finalidade seja alcançada. O ambiente pode ser afetado pelo projeto na medida em que se encontra dentro

ou próximo da área de implantação, ou pode de alguma maneira receber a influência positiva da atividade projetada.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

Deve-se identificar a ocorrência de impactos ambientais positivos causados pela implantação do projeto em análise. Alguns destes impactos já poderão ter sido identificados nas análises de outras variáveis de controle, dando origem, na respectiva célula da matriz, a uma tendência favorável à sustentabilidade (F). Assim, a predominância de vários "Fs" configuraria uma situação em que provavelmente se obteria um benefício ambiental. Entretanto, há que se avaliar caso a caso, pois pode ocorrer uma situação desfavorável que seja muito significativa. Para tanto, pode-se utilizar os conceitos de magnitude e importância dos impactos, a fim de quantificar os efeitos dos mesmos.

Caso os impactos ambientais positivos ultrapassem as exigências mínimas, tem-se uma situação favorável. Caso haja benefícios, mas os mesmos sejam obrigatórios (por lei ou para mitigar impactos negativos), a tendência será neutra. Nos demais casos, tem-se uma tendência desfavorável.

ESCALA GEOGRÁFICA

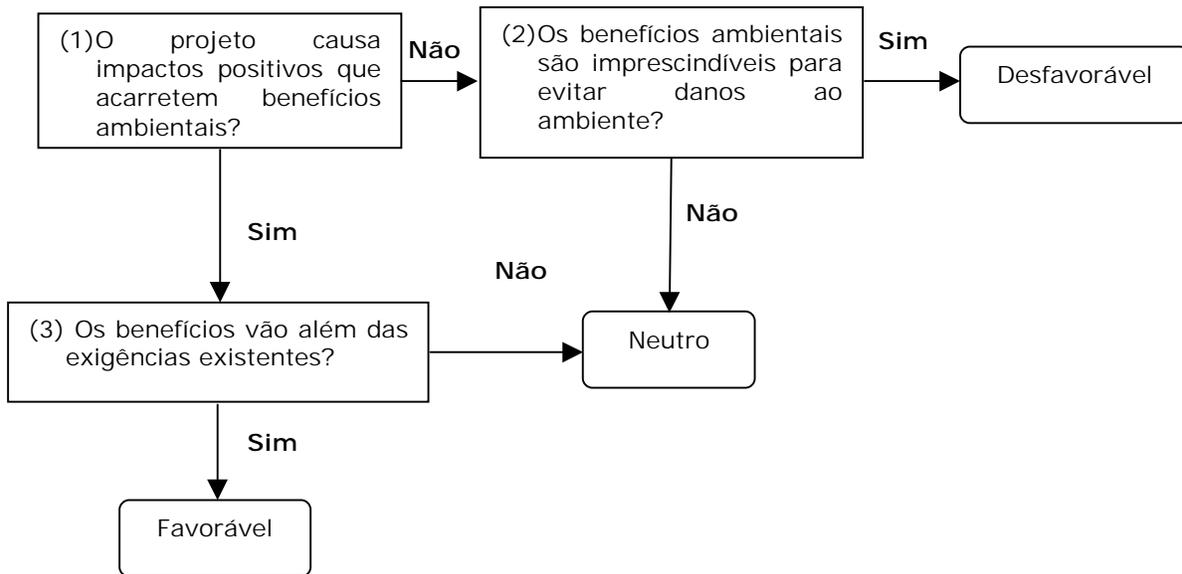
A área de influência pode ir além dos limites geográficos do projeto, na medida em que os impactos positivos atinjam ambientes externos ao mesmo.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS

Este fator pode se relacionar com todos os demais que compõem a coluna das variáveis de controle.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Benefícios Ambientais: Impactos Positivos



Variável de controle: **Riscos Ambientais**
Fator: **Ocorrência**

16

DEFINIÇÃO

Risco ambiental é a possibilidade de ocorrência de dano ao meio ambiente ou à vida humana, ocasionado por uma relação adversa e não intencional entre as condições naturais e as características da ocupação antrópica.

DESCRIÇÃO

As intervenções urbanas, sejam de super ou infra-estrutura, geram uma nova condição de interação com o meio ambiente, que podem apresentar situações de risco. Embora os procedimentos e as técnicas empregadas em determinado contexto possam não acarretar impactos quando objetos de atividades de projeto, construção, operação e manutenção bem conduzidos, existe sempre a possibilidade da ocorrência de falhas ou acidentes. Estes podem originar-se de causas naturais ou antrópicas. Existem situações em que as possibilidades podem ser maiores, seja devido a características intrínsecas à técnica, seja às condições ambientais. No primeiro caso, tem-se como exemplo o emprego de processos anaeróbios de tratamento de esgoto, mais sujeitos a desequilíbrios que os aeróbios. No segundo caso, a execução de terraplanagens de grande porte em solos sujeitos a escorregamentos. Por outro lado, há que se considerar também as conseqüências que podem advir da ocorrência do risco. Por exemplo, a passagem de um interceptor de esgoto próximo a um corpo d'água, que pode estar associado a um risco de vazamento, terá efeito muito mais grave quando se tratar de um manancial para abastecimento de

água. A gravidade dos efeitos podem ser medidos em função de suas características de reversibilidade ou cumulatividade.

FORMAS DE AFERIÇÃO PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO

A análise de risco é uma área de conhecimento bastante desenvolvida, que pode trazer subsídios importantes para uma análise de sustentabilidade. De forma mais imediata e simplificada, as possibilidades de ocorrência de risco poderão ser avaliadas, no presente caso, no decorrer do preenchimento de cada uma das células que compõem a coluna da Matriz.

Se for detectada uma possibilidade significativa de ocorrência de risco, cujas conseqüências forem graves, tem-se uma tendência desfavorável em termos de sustentabilidade. Caso o risco não seja significativo, ou suas conseqüências não sejam graves, a tendência será neutra.

ESCALA GEOGRÁFICA

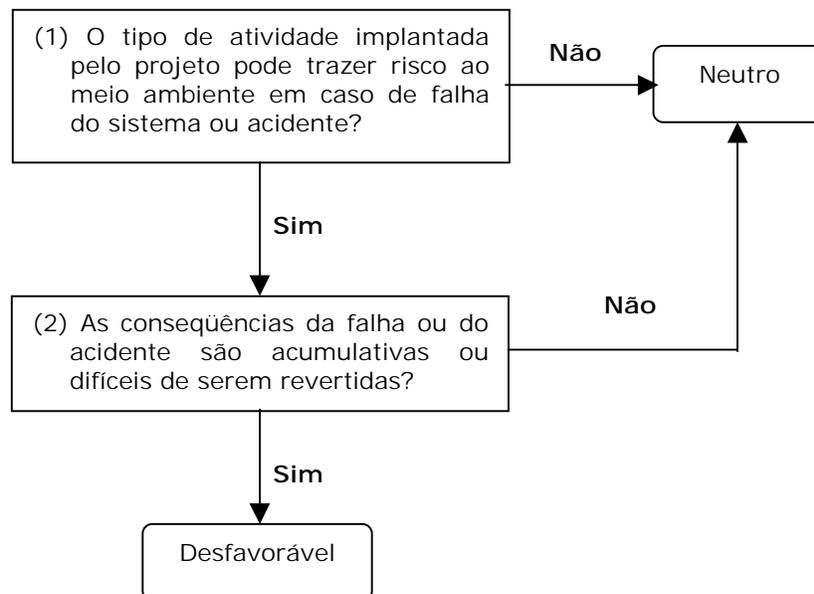
A área de influência depende de cada célula (que traduz a relação entre as variáveis de controle e as intervenções urbanas) que tenha apresentado potencial de risco.

INTERRELAÇÕES PRINCIPAIS:

Este fator pode relacionar-se com qualquer outro da coluna, desde que na análise da célula deste tenha sido detectado potencial de risco ambiental.

FLUXOGRAMA DE ANÁLISE

Riscos Ambientais: Ocorrência



**MATRIZ DE ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL**

MATRIZ DE ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

			INTERVENÇÃO URBANA							
			FLUXO DA ÁGUA NO MEIO URBANO							
			Sistema de abastecimento de água				Sistema de esgotamento sanitário		Sistema de drenagem	
Variáveis de controle	Fator	Critério	D1	D2	D3	D4	E1	E2	F1	F2
			Captação	Transporte	Tratamento	Distribuição	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição	Micro-drenagem	Macro-Drenagem
CAPACIDADE SUPORTE DOS RECURSOS NATURAIS	Solo	1 Erosão	D1-1	D2-1	D3-1	D4-1	E1-1	E2-1	F1-1	F2-1
		2 Contaminação	D1-2	D2-2	D3-2	D4-2	E1-2	E2-2	F1-2	F2-2
	Água	3 Disponibilidade	D1-3	D2-3	D3-3	D4-3	E1-3	E2-3	F1-3	F2-3
		4 Qualidade	D1-4	D2-4	D3-4	D4-4	E1-4	E2-4	F1-4	F2-4
	Vegetação	5 Cobertura vegetal	D1-5	D2-5	D3-5	D4-5	E1-5	E2-5	F1-5	F2-5
		6 Cobertura com espécies nativas	D1-6	D2-6	D3-6	D4-6	E1-6	E2-6	F1-6	F2-6
	Ar	7 Qualidade	D1-7	D2-7	D3-7	D4-7	E1-7	E2-7	F1-7	F2-7
CLIMA	8 Microclima	Conforto ambiental	D1-8	D2-8	D3-8	D4-8	E1-8	E2-8	F1-8	F2-8
ENERGIA	9 Consumo	Política de redução	D1-9	D2-9	D3-9	D4-9	E1-9	E2-9	F1-9	F2-9
	10 Matriz	Incidência de fontes renováveis	D1-10	D2-10	D3-10	D4-10	E1-10	E2-10	F1-10	F2-10
RESÍDUOS	11 Geração	Política de minimização	D1-11	D2-11	D3-11	D4-11	E1-11	E2-11	F1-11	F2-11
	12 Destinação	Adequação dos processos	D1-12	D2-12	D3-12	D4-12	E1-12	E2-12	F1-12	F2-12
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	Ambiente construído Águas residuárias e pluviais	13 Dispersão	D1-13	D2-13	D3-13	D4-13	E1-13	E2-13	F1-13	F2-13
ECOSSISTEMAS DE ESPECIAL INTERESSE	Frágeis	14 Impactos negativos	D1-14	D2-14	D3-14	D4-14	E1-14	E2-14	F1-14	F2-14
	Protegidos									
BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	15 Impactos Positivos	Ações de regeneração, conservação, preservação	D1-15	D2-15	D3-15	D4-15	E1-15	E2-15	F1-15	F2-15
RISCOS AMBIENTAIS	16 Ocorrência	Potencial	D1-16	D2-16	D3-16	D4-16	E1-16	E2-16	F1-16	F2-16

QUADRO RESUMO
