

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA
- MESTRADO

**AS CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL DAS COMUNIDADES
PERIURBANAS DA BACIA DO BAIXO
GRAMAME: Diagnóstico e Proposição de Benefícios**

Por

Nayra Vicente Sousa da Silva

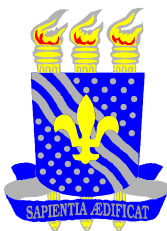
*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba
para obtenção do grau de Mestre*

João Pessoa – Paraíba
Setembro – 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA
- MESTRADO

**AS CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL DAS COMUNIDADES
PERIURBANAS DA BACIA DO BAIXO
GRAMAME: Diagnóstico e Proposição de Benefícios**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre

Nayra Vicente Sousa da Silva

ORIENTADORES:

Prof.^o Tarciso Cabral da Silva

Prof.^a Carmem Lúcia M. Gadelha

João Pessoa – Paraíba
Setembro – 2006

S586c

Silva, Nayra Vicente Sousa da

As condições de salubridade ambiental das comunidades periurbanas da bacia do baixo gramame: diagnóstico e proposição de benefícios / Nayra Vicente Sousa da Silva. – João Pessoa, 2006.

122p: il.

Orientador: Tarciso Cabral da Silva

Dissertação (Mestrado) UFPB/CT

1. Qualidade ambiental – Sistemas de controle 2. Salubridade ambiental 3. Comunidades periurbanas 4. Saneamento – Investimentos

UFPB/BC

CDU:504.064.3(043)

Nayra Vicente Sousa da Silva

**AS CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE
AMBIENTAL DAS COMUNIDADES
PERIURBANAS DA BACIA DO BAIXO
GRAMAME: Diagnóstico e Proposição de Benefícios**

APROVADA EM: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^o Dr. TARCISO CABRAL DA SILVA
Centro de Tecnologia – CT
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Orientador

Prof.^a Dra. CARMEM LÚCIA MOREIRA GADELHA
Centro de Tecnologia – CT
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Co-Orientadora

Prof.^o Dr. EDSON LEITE RIBEIRO
Universidade Federal de Federal da Paraíba – PB
Examinador Interno

Prof.^a Dra. MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO
Universidade Federal de Campina Grande – PB
Examinadora Externa

*Aos meus pais AZINETE e EDÍLSON, e as minhas
irmãs VANNESSA e JÉSSICA.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por ter iluminado o meu caminho, permitindo a conquista de mais uma vitória na minha vida;

Aos meus pais Edílson e Azinete, pelo constante incentivo, apoio (emocional e financeiro) e pela compreensão e amor em todos os momentos;

As minhas irmãs Vannessa e Jéssica, pela paciência e força, contribuindo muito para que este trabalho fosse concluído;

Aos meus orientadores Prof^o Tarciso Cabral da Silva e a Prof^a. Carmem Lúcia M. Gadelha, pela orientação, pela dedicação e revisão deste trabalho;

Aos meus amigos, em especial a Vália Diniz, Lívia de Souza Marinho, Antônio Sobrinho Júnior, Pablo Moreno e Julliana Valadares, pelo apoio, amizade, companheirismo nos diversos momentos desta empreitada;

Aos alunos de PIBIC do Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental – LARHENA, Débora Cristina e Antônio Mousinho, no qual junto a eles foram divididos os momentos mais árduos, nas muitas fases deste trabalho, contribuindo significativamente para a sua realização;

Ao professor Roberto Quirino, do Departamento de Estatística da UFPB, pela valiosa ajuda na formulação do problema de hierarquização com programação linear;

Aos professores que compõem a família LAHRENA, aqueles que apesar de não terem participado ativamente na realização deste estudo, mas mostraram-se sempre dispostos a ajudar, em especial a Cláudia Coutinho e Laudelino Pedrosa;

A Marie M. Batista, Taysa Tâmara, Francisco de Assis Reis (Chico), Laise Kelley e Wamberto Júnior, pessoas que nos momentos que precisei nunca se negaram a ajudar;

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, na pessoa do Professor e Coordenador Celso Augusto Guimarães dos Santos, que contribuíram para o meu crescimento profissional;

Aos moradores das comunidades de Gramame, Engenho Velho, Mumbaba, Colinas do Sul e Mituaçu, pela disponibilidade e compreensão na realização de algumas atividades quando foram solicitados;

Aos representantes comunitários e a Escola Viva Olho do Tempo, que foi um elo entre a comunidade e a autora, facilitando na realização de algumas etapas deste trabalho;

A Prefeitura Municipal de João Pessoa, em nome da Secretaria Executiva do Meio Ambiente – SEMAM, pelo suporte financeiro concedido e na contribuição institucional, facilitando o acesso às informações, sem as quais ficaria difícil a realização desta dissertação, principalmente as pessoas que compõe esta secretaria e trabalham no projeto da implantação da AGENDA 21 Local, em especial a Mônica Alexandra;

A todos os demais órgãos e instituições (CAGEPA, Secretaria de Saúde do Município de João Pessoa, EMLUR e Secretaria de Planejamento do Município de João Pessoa);

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Este trabalho aborda a avaliação da salubridade ambiental e a proposição de benefícios no segmento de saneamento básico em comunidades periurbanas. Comunidades periurbanas, assim com as de ocupação espontânea, são as que mais demandam melhorias nos serviços públicos e infra-estruturais, notadamente no setor de saneamento. Faz-se uso de indicadores de salubridade ambiental, nos quais se agregam diversas informações pertinentes ao tema, possibilitando a obtenção de resultados satisfatórios na descrição da salubridade ambiental. Sugere-se a inclusão de um subindicador relativo às condições de moradia no modelo ISA/JP (BATISTA, 2005), originando assim a versão ISA/JP1. Para a eleição racional de benefícios que tragam melhorias nas condições ambientais, desenvolvem-se dois modelos com base no indicador ISA/JP1. Destarte, são propostos os modelos MSPIS e MPIS/PL para a priorização de investimentos de ações de saneamento básico. Os modelos gerados são aplicados em cinco comunidades periurbanas da Bacia do Rio Gramame, no seu baixo curso. Os resultados apontaram as comunidades com situações variando de Insalubres à Média Salubridade. Os benefícios propostos resultariam em mudanças significativas, atingindo até a condição de Salubridade Aceitável, segundo os valores de investimentos disponíveis.

Palavras – Chave: salubridade ambiental, comunidades periurbanas, priorização de investimentos em saneamento.

This study approaches the evaluation of the environmental healthy and the proposal of benefits in the segment of sanitation in periurbans communities. Periurbans communities and spontaneous occupation, demand for more improvements in the public services and infrastructures, mainly in the sanitation sector. The use of indicators, make possible the description of the environmental healthy, as a group of many related themes. It is suggested the inclusion of a relative subindicator to the residence conditions in model ISA/JP (BATISTA, 2005), that originates the version ISA/JP1. For the rational election of benefits that bring improvements in the environmental conditions, two models are developed on the basis of indicator ISA/JP1. Thus, the models MSPIS and MPIS/PL are proposed for the prioritizing investments at the actions of basic sanitation. The generated models were applied in five periurbans communities of Lower Gramame River Basin, Paraíba State, Brazil. The results pointed that the situations of the communities varied of Unhealthy to the Average Healthy. The considered benefits would result in significant changes, reaching until the condition of Acceptable Healthy, according to values of available investments.

Key-Words: environmental healthy, periurbans communities, prioritizing investments in sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Fluxo das prioridades de investimentos em saneamento básico, segundo o Modelo MSPIS.....	39
Figura 4.1 – Localização da Bacia do Rio Gramame no estado da Paraíba.....	46
Figura 4.2 – Localização das comunidades periurbanas da Bacia do Rio Gramame.....	48
Figura 4.3 – Fluxo das prioridades de investimentos em saneamento básico nas comunidades da bacia do Baixo Gramame.....	56
Figura 5.1 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Mumbaba de Baixo.....	66
Figura 5.2 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Gramame.....	67
Figura 5.3 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Mituaçu.....	67
Figura 5.4 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Colinas do Sul.....	68
Figura 5.5 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Engenho Velho.....	68
Figura 5.6 – Evolução entre o ISA/JP1 em função dos valores dos investimentos para os 4 cenários.....	69
Figura 5.7 – Evolução do ISA/JP1 médio das comunidades segundo os modelos de priorização de investimentos MSPIS e MPIS/PL.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Condição, componentes, variáveis e indicadores de composição do ISA/OE.....	17
Quadro 2.2 – Ponderação dos componentes do ISA/OE.....	19
Quadro 2.3 – Situação de salubridade por faixa de pontuação do ISA/OE.....	19
Quadro 2.4–Detalhamento do modelo ISA/OE para avaliação das condições de moradia.....	21
Quadro 2.5 – Componentes i_{IA} , i_D , i_{RP} com seus valores conforme critérios.....	23
Quadro 2.6 – Classificação de desempenho adotada para a drenagem urbana.....	23
Quadro 2.7 – Situação da salubridade por faixa de situação (%).....	24
Quadro 2.8 – Subindicadores, componentes, formulação e finalidades.....	25
Quadro 2.9 – Subindicadores secundários ou de 2ª Ordem, formulação, composição e pontuação.....	26
Quadro 3.1 – Valores da condição número de quartos /número de moradores.....	32
Quadro 3.2 – Valores da condição área construída/ número de moradores.....	32
Quadro 3.3 – Valores da condição número de banheiros/número de moradores.....	32
Quadro 3.4 – Critérios e valores referentes às condições de revestimento e cobertura.....	33
Quadro 3.5 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência de cozinha, banheiro e pia.....	34
Quadro 3.6 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência de bacia sanitária e chuveiro.....	34
Quadro 3.7 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência lavatório.....	34
Quadro 3.8 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência bidê ou duchinha.....	35
Quadro 3.9 – Situação de salubridade ambiental por faixa de situação (%).....	36

Quadro 3.10 – Enquadramento das situações relativas às faixas de performance da Salubridade Ambiental (ISA/JP1) e do Saneamento Básico (I).....	41
Quadro 4.1 – Dados de população, número de domicílios e taxa ocupacional por domicílio em cada comunidade.....	47
Quadro 4.2 – Características das intervenções e valores estimados do investimento em Abastecimento de D'Água.....	52
Quadro 4.3 – Características das intervenções e valores estimados do investimento em Esgotamento Sanitário.....	53
Quadro 4.4 – Características das intervenções e valores estimados do investimento no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	54
Quadro 4.5 – Características das intervenções e valores estimados do investimento na Drenagem das Águas Pluviais.....	55
Quadro 4.6 – Resumo dos valores dos investimentos referentes aos diversos benefícios alocáveis nas comunidades.....	56
Quadro 4.7 – Descrição das variáveis do problema consideradas no modelo.....	58
Quadro 5.1 – Valores dos subindicadores primários e do ISA/JP1 de cada comunidade (%).....	59
Quadro 5.2 – Cenário I correspondente à alocação de benefícios de SAA, no de valor de R\$ 315.140,00, equivalente a 4,22% total dos investimentos para as comunidades.....	64
Quadro 5.3 – Cenário II correspondente à alocação de benefícios de SAA e SES, no valor de R\$1.751.146,00 equivalente a 23,44% do total dos investimentos para as comunidades.....	64
Quadro 5.4 – Cenário III correspondente à alocação de benefícios de SAA, SES e SRS, no valor de R\$1.828.856,00 equivalente a 24,48% do total dos investimentos para as comunidades.....	65
Quadro 5.5 – Cenário IV correspondente à alocação de benefícios de SAA, SES, SRS e DU no valor de R\$7.471.003,00 equivalente a 100% do total dos investimentos para as comunidades.....	65
Quadro 5.6 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 4,65% do valor total, R\$ 347.316,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	70
Quadro 5.7 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 9,62% do valor total, R\$ 718.494,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	71

Quadro 5.8 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 14,99% do valor total, R\$ 1.119.775,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	72
Quadro 5.9 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 29,24% do valor total, R\$ 2.184.603,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	72
Quadro 5.10 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 36,68% do valor total, R\$ 2.740.150,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	73
Quadro 5.11 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 49,43% do valor total, R\$ 3.693.030,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	74
Quadro 5.12 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 55,86% do valor total, R\$ 4.173.240,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	74
Quadro 5.13 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 68,62% do valor total, R\$ 5.126619,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	75
Quadro 5.14 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 79,81% do valor total, R\$ 5.962.576,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	75
Quadro 5.15 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 100% do valor total, R\$ 7.4171.003,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APHA	Comitê de Higiene e Habitação da Associação Americana de Saúde Pública

B

BSB	Baixa Salubridade
-----	-------------------

C

CA	Capacidade restante do aterro
CAGEPA	Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
CEPAL	<i>Comisión Económica para América Latina y el Caribe</i>
CONESAN	Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo
CP	Capacidade de produção
CT	Capacidade de tratamento
COPASA MG	Companhia de Saneamento de Minas Gerais

D

DALY	<i>Disability Adjusted Life-Years</i>
Dem	Demanda (considera-se demanda futura de 10 anos)
Disp	Disponibilidade de água em condições de tratabilidade para abastecimento
Dua	Domicílios urbanos atendidos por abastecimento de água (públicos e particulares)
Duc	Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo
Due	Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanque séptico
Dut	Domicílios urbanos totais
DU	Drenagem das Águas Pluviais

E

EMLUR	Empresa Municipal de Limpeza Urbana
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

F

FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
--------	----------------------------

H

HEADLAMP	<i>Health and Environment Analysis for Decision-Marking</i>
----------	---

I

I	Indicador de Saneamento Básico
Ic	Indicador de Variáveis Complementares
I _{2s}	Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos
I _{AA}	Indicador de Abastecimento de Água, referente ao ISA/OE
I _{ab}	Indicador de Abastecimento de Água, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I _{ab}	Indicador de Abastecimento de Água, referente ao ISA
i _{AC}	Indicador de como a água chega ao domicílio
i _{AD}	Indicador de animais no domicílio
i _{AG}	Indicador de aglomeração (número de pessoas por cômodo)
I _{ai}	Indicador de Alagamento ou Inundação
i _{AL}	Indicador de acondicionamento de resíduos sólidos no domicílio
I _{am}	Subindicador de área construída/ número de moradores
i _{AS}	Indicador de destino das águas servidas
i _{AV}	Indicador da presença de vetores no domicílio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I _{bm}	Subindicador de número de banheiros/número de moradores
i _{CA}	Indicador do tipo de material usado na cobertura do domicílio
I _{ca}	Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água

I _{ce}	Indicador de Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanques Sépticos
i _{ce}	Índice de cobertura de e esgotos
i _{CF}	Indicador de qualidade da água na rede
I _{CM}	Indicador de Condição de Moradia, referente ao ISA/OE
I _{cm}	Indicador de Condição de Moradia, referente ao ISA/JP1
I _{cr}	Indicador de Coleta de Lixo
i _{CT}	Indicador da qualidade da água no domicílio
I _{cv}	Indicador de Controle de Vetores, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I _{cv}	Indicador de Controle de Vetores, referente ao ISA
i _D	Subindicador de ocorrência de defeitos no pavimento da rua j
I _d	Indicador de Defeitos
IDEME	Instituto de Desenvolvimento Estatístico Municipal e Estadual
I _{dh}	Subindicador de Densidade Habitacional
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
i _{DL}	Indicador de existência de coleta de resíduos sólidos do domicílio
I _{dm}	Indicador da Disponibilidade dos Mananciais
i _{DS}	Indicador de destino dos dejetos sanitários do domicílio
IDS	Índice de Desenvolvimento Social
I _{DU}	Indicador de Drenagem urbana, referente ao ISA/OE
I _{du}	Indicador de Drenagem Urbana do ISA/JP1 e ISA/JP
i _{EA}	Subindicador de ocorrência de inundação e/ou alagamento da rua j
I _{e1}	Indicador de escolaridade de 1º grau
I _{eb}	Subindicador de existência de banheiro
I _{ec}	Subindicador de existência de cozinha
i _{EC}	Indicador de escolaridade do cabeça da família no domicílio
I _{ed}	Indicador de Educação
I _{ep}	Subindicador de existência de pia na cozinha
I _{ES}	Indicador de Esgotamento Sanitário, referente ao ISA/OE
I _{es}	Indicador de Esgotos Sanitários, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I _{es}	Indicador de Esgotos Sanitários, referente ao ISA
i _{FA}	Indicador de freqüência do abastecimento no domicílio
i _{FC}	Indicador da regularidade da coleta de resíduos sólidos no domicílio
I _{fi}	Indicador de Fontes Isoladas

UFPB	Universidade Federal da Paraíba
i_{GA}	Indicador de acondicionamento da água no domicílio
i_{IA}	Indicador de ocorrência de inundação ou alagamentos no domicílio
I_{ies}	Subindicador de infra-estrutura sanitária
i_{LV}	Indicador de existência de lavatório no domicílio
I_{mco}	Subindicador relativo ao material utilizado na cobertura
I_{mh}	Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada à doença de veiculação hídrica
i_{MP}	Indicador do material usado na parede do domicílio
I_{mpa}	Subindicador relativo ao material utilizado na parede
I_{mpi}	Subindicador relativo ao material utilizado no piso
I_{mr}	Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligadas à doenças e de idosos (acima de 65 anos) ligado a doenças respiratórias
I_{ne}	Indicador de nenhuma escolaridade
INS	Insalubridade
i_{OA}	Indicador de origem da água no domicílio
i_{PA}	Indicador do tipo de material usado no piso do domicílio
IPC	Índice de Preço ao Consumidor
i_{PD}	Indicador da situação da propriedade do domicílio
I_{qa}	Indicador da Qualidade da Água Distribuída
I_{qb}	Indicador da Qualidade da Água Bruta
i_{QA}	Indicador de quantidade de água utilizada no domicílio
I_{qh}	Subindicador de Qualidade Habitacional
I_{qm}	Subindicador de número de quartos/número de moradores
I_{qr}	Indicador de tratamento e disposição final de resíduos sólidos
i_{CT}	Indicador da qualidade da água no domicílio.
IQVU	Índice de Qualidade de Vida Urbana
I_{rc}	Subindicador de revestimento e cobertura
I_{rf}	Indicador de Renda
i_{RF}	Indicador de renda mensal familiar
I_{rh}	Indicador de Recursos Hídricos, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I_{rh}	Indicador de Recursos Hídricos, referente ao ISA
I_{rm}	Indicador de Renda Média

I_{TP}	Indicador de Rua Pavimentada, referente ao ISA/JP
i_{RP}	Indicador de resíduos próximos ao domicílio
i_{RP}	Indicador de pavimentação das ruas onde se situa o domicílio, referente ao ISA/OE
i_{RP}	Subindicador referente à presença ou ausência de pavimentação na rua j, referente ao ISA/JP
I_{RS}	Indicador de Resíduos Sólidos, referente ao ISA/OE
I_{rs}	Indicador de Resíduos Sólidos, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I_{rs}	Indicador de Resíduos Sólidos, referente ao ISA
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
Isa	Indicador de Saturação do Sistema Produtor
I_{SA}	Indicador de Saúde Ambiental, referente ao ISA/OE
ISA/JP	Indicador de Salubridade Ambiental/João Pessoa
ISA/JP1	Indicador de Salubridade Ambiental/Comunidades Periurbanas
ISA/OE	Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontâneas
i_{SC}	Indicador da existência de banheiro no domicílio
IsE	Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos
I_{SE}	Indicador de Socioeconômico–Cultural, referente ao ISA/OE
IsE	Indicador Socioeconômico, referente ao ISA/JP1 e ISA/JP
I_{se}	Indicador Socioeconômico, referente ao ISA
I_{sp}	Indicador de Saúde Pública
Isr	Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos
i_{TA}	Indicador de tratamento de água domicílio
Ite	Indicador de Esgotos Tratados e Tanques Sépticos
i_{UC}	Indicador do uso da cozinha no domicílio
I_{vd}	Indicador de Dengue
I_{ve}	Indicador de Esquistossomose
I_{vl}	Indicador de Leptospirose
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social

M

MSPIS Modelo Simplificado para Priorização de Investimentos em Saneamento

MPIS/PL	Modelo para Priorização de Investimentos em Saneamento utilizando a técnica de programação linear mista
MSB	Média Salubridade

N

NAA	Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez numa primeira etapa e, no futuro, o total da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, referente ao Indicador de Qualidade da Água Distribuída
NAR	Quantidade de Amostras Realizadas
NES	Notas de Enquadramento de Situação

P

PBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PIB	Produto Interno Bruto
PMS	Plano Municipal de Saneamento
PNB	Produto Nacional Bruto
PNS	Política Nacional de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSF	Programa de Saúde da Família

Q

QAU	Qualidade Ambiental Urbana
-----	----------------------------

S

SAA	Serviço de Abastecimento de Água
SAB	Salubre
SAC	Salubridade Aceitável
SEADE/IBGE	Secretaria de Educação do Estado e/ou dos Órgãos estatísticos oficiais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SES	Serviços de Esgotamento Sanitário
SRL	Situação Real Local
SRS	Serviços dos Resíduos Sólidos

U

UNRISD	<i>United Nations Research Institute for Social Development</i>
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

V

VC	Volume coletado de esgotos
VL	Volume coletado de lixo
VP	Volume de produção necessário para atender 100% da população atual
VT	Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgotos
VP	Volume de produção para atender 100% população

LISTA DE SÍMBOLOS

A

- A Conjunto de comunidades ou centros urbanos considerados para a recepção dos s benefícios
- A_2 N° de amostras sem coliformes termotolerantes na água de beber (%)
- A_T N° de amostras

B

- B Conjunto dos benefícios possíveis de serem implantados nas k comunidades

C

- C Custo total da implantação dos benefícios
- C_{ij} Custo de implantação do benefício “ i ” na comunidade “ j ”
- c_i Peso relativo à importância do benefício “ i ” incidente nas variáveis subindicadoras

D

- D_T Número total de domicílios
- D_9 Número de domicílios com paredes com reboco
- D_{10} Número de domicílios com piso adequado
- D_{11} Número de domicílios com cobertura adequada
- D_{12} Número de domicílios com piso adequado
- D_{13} Número de domicílios com piso adequado
- D_{14} Número de domicílios com piso adequado

F

- F Função Objetivo
- f Símbolo indicativo de função

f_{ij} Fração do benefício “ i ” já instalado na comunidade “ j ”

I

i Benefício a ser alocado

I_{ij} Subindicador referente ao benefício “ i ” alocado na comunidade “ j ”

I_j I (Indicador de Saneamento Básico) da comunidade “ j ”

I_{1j} Subindicador de Abastecimento de Água na comunidade “ j ”

I_{2j} Subindicador de Esgotamento Sanitário na comunidade “ j ”

$I_{du}(j)$ Indicador de drenagem urbana da rua j

$I_{du}(s)$ Indicador de drenagem urbana do setor urbano s

J

j Comunidade para ser alocado o benefício

K

k Número de comunidades consideradas no problema, referente ao modelo MSPIS/PL

K Relação entre as amostras realizadas e as amostras efetuadas pelo SAA

K_1 Perda atual

K_2 Perda prevista para os 5 anos subseqüentes

L

$L(j)$ Comprimento da rua j

$l(j)$ Comprimento da rua j do setor censitário urbano s

M

m Número de setores do bairro b

N

n	Número de ruas do setor s , referente ao indicador de drenagem do ISA/JP
n	Número de anos em que o sistema ficará saturado
n_j	População da comunidade “ j ”

P

$p_1; p_2; p_3$	Parâmetros de importância relativa entre os fenômenos considerados segundo os critérios do Indicador de Drenagem Urbana do ISA/JP
p_j	Coeficiente da comunidade “ j ” relativo à população total”.
p_n	Peso atribuído a cada um dos componentes do ISA/OE

S

s	Número de benefícios considerados no problema
-----	---

T

t	Taxa de crescimento anual médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA
-----	---

W

W_{ij}	Variável auxiliar que representa o I_{ij} onde já estão implantados os benefícios
----------	---

LISTA DE APÊNDICES

Figura A. 1 – Comunidade de Mumbaba de Baixo.....	93
Figura B.1 – Comunidade de Gramame.....	95
Figura C.1 – Comunidade de Mituaçu.....	97
Figura D 1 – Comunidade de Colinas do Sul.....	99
Figura E. 1 – Comunidade de Engenho Velho.....	101
Quadro A.1 – Resultados referentes aos subindicadores de 2º ordem do Modelo ISA/JP1 aplicado nas comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame.....	103

LISTA DOS ANEXOS

Quadro A.1 – Critérios e pontuações adotados.....	114
Figura B.1–Opção individual para abastecimento de água (Engenho Velho).....	118
Figura B.2–Opção de captação/reservação coletiva da água para abastecimento coletivo (Mítuaçu).....	118
Figura B.3 – Captação de água para abastecimento individual (Mítuaçu).....	118
Figura B.4 – Reservação de água para o abastecimento coletivo (Engenho Velho).....	118
Figura B.5 – Unidade de tratamento dos esgotos domésticos (Engenho Velho).....	119
Figura B.6 – Lançamento de águas residuárias nos logradouros (Colinas do Sul).....	119
Figura B. 7 – Lançamento de esgoto a céu aberto (Mumbaba de Baixo).....	119
Figura B.8 – Lançamento e acúmulo de esgotos domésticos próximos as residências (Mítuaçu).....	119
Figura B.9 – Resíduos acondicionados para serem coletados (Mumbaba de Baixo).....	120
Figura B.10 – Resíduos dispostos a céu aberto (Colinas do Sul).....	120
Figura B.11 – Disposição dos resíduos sólidos domésticos nas adjacências da residência para depois queimar (Engenho Velho).....	120
Figura B.12 – Disposição dos resíduos sólidos domésticos nas adjacências da residência, próximos aos criatórios de animais (Mítuaçu).....	120
Figura B. 13 – Rua com grandes erosões (Mumbaba de Baixo).....	121
Figura B. 14 – Rua com lamaceiro (Colinas do Sul).....	121
Figura B. 15 – Rua com grandes deformações (Engenho Velho).....	121
Figura B. 16 – Rua empoçada após a chuva (Gramame).....	121
Figura B.17 – Vila de casas (Mumbaba de Baixo).....	122
Figura B.18 – Vila de casas (Engenho Velho).....	122
Figura B.19 – Vila de casas (Gramame).....	122
Figura B.20 – Residência típica (Colinas do Sul).....	122

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xvii
LISTA DE APÊNDICES	xx
LISTA DOS ANEXOS	xxi

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO..... 1

1.1 Generalidades	1
1.2 Objetivo Geral	3
1.3 Objetivos Específicos	3
1.4 Estrutura Geral da Dissertação	3

CAPÍTULO 2 – SALUBRIDADE AMBIENTAL E PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS..... 5

2.1 Qualidade e Vida e Salubridade Ambiental	5
2.2 Indicadores	8
2.2.1 Indicador de Salubridade Ambiental	13
2.2.1.1 Indicador de Salubridade Ambiental –ISA (CONESAN).....	15
2.2.1.2 Indicador de Salubridade Ambiental em Ocupações Espontâneas – ISA/OE.....	17
2.2.1.2.1 <i>Componente do ISA/OE: Subindicador de Condições de Moradia – I_{CM}</i>	19
2.2.1.3 Indicador de Salubridade Ambiental - ISA/JP.....	22
2.3 Priorização de Investimentos em Ações de Salubridade Ambiental	28

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA..... 30

3.1 Proposição de um Subindicador de Condições de Moradia para Comunidades Periurbanas	30
3.1.1 O Modelo do Subindicador de Condições de Moradia – I_{cm}	31
3.2 Estruturação do Indicador de Salubridade Ambiental de Comunidades Periurbanas – ISA/JP1	35
3.3 Proposição de Metodologias para Priorização de Investimentos em Saneamento	36
3.3.1 Desenvolvimento do Indicador de Saneamento Básico – I	37
3.3.2 Modelos de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1	38
3.3.2.1 Modelo Simples baseado nas Prioridades do ISA/JP1.....	38

3.3.2.2 Modelo de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1 utilizando a técnica da Programação Linear.....	40
---	----

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO: AS PEQUENAS COMUNIDADES PERIURBANAS DA BACIA DO BAIXO GRAMAME.....

GRAMAME.....	45
4.1 Seleção da Área de Estudo.....	45
4.2 Caracterização das Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame.....	46
4.3 Levantamento das Informações para Aplicação do ISA/JP1 e Alocação das Intervenções.....	49
4.4 Programas Utilizados na Aplicação do Indicador ISA/JP1.....	50
4.5 Simulação da Aplicação das Propostas para Hierarquização de Investimentos em Saneamento nas Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame.....	51
4.5.1 Investimentos em Saneamento nas Comunidades.....	51
4.5.2 Aplicação do Modelo MSPIS.....	56
4.5.3 Aplicação do Modelo MPIS/PL.....	57

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....

5.1 Resultado da Aplicação do ISA/JP1.....	59
5.2 Resultados da Aplicação dos Modelos de Hierarquização de Investimentos em Saneamento Hierarquização de Investimentos em Saneamento.....	64
5.2.1 Aplicação do Modelo MSPIS.....	64
5.2.2 Aplicação do Modelo de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1 utilizando a técnica da Programação Linear.....	70

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....

6.1 Desenvolvimento e Aplicação do Modelo ISA/JP1.....	79
6.2 Desenvolvimento e Aplicação dos Modelos de Priorização de Investimentos.....	80
6.2.1 O Modelo MSPIS.....	80
6.2.2 O Modelo MSPIS/PL.....	81
6.3 Sugestões para Futuras Pesquisas.....	82

REFERÊNCIAS.....

APÊNDICES.....

Apêndice A – Mapa da Comunidade de Mumbaba de Baixo.....	92
Apêndice B – Mapa da Comunidade de Gramame.....	94
Apêndice C – Mapa da Comunidade de Mituaçu.....	96
Apêndice D – Mapa da Comunidade de Colinas do Sul.....	98
Apêndice E – Mapas da Comunidade Engenho Velho.....	100
Apêndice F – Resultados referentes aos subindicadores de 2º ordem do Modelo ISA/JP1 aplicado nas comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame.....	102
Apêndice G – Modelo do questionário aplicado na pesquisa de campo para o levantamento das informações referentes à avaliação das condições de moradia.....	104

ANEXOS	107
Anexo A – Metodologia do Modelo ISA/JP1.....	108
Anexo B – Documentação Fotográfica.....	117

1.1 Generalidades

O tema qualidade de vida vem emergindo como um assunto de grande relevância na atualidade, principalmente devido ao aumento populacional e à degradação das condições de vida nas cidades. Com efeito, a participação da porção urbana na população do Brasil, vem crescendo fortemente, atingindo percentuais maiores do que de 82% nos últimos anos, diferentemente das taxas de crescimento dos investimentos em saneamento ambiental.

Dentre os aspectos que caracterizam a qualidade de vida, um dos fatores mais importantes é o estado da saúde humana.

Recentemente, as questões ambientais têm ampliado a base conceitual referente ao estado de saúde pública, uma vez que quase todos os aspectos do meio ambiente a afetam, e por isso se torna cada vez mais freqüente relacionar a manutenção da saúde do indivíduo com a qualidade do ambiente.

Devido às ações antrópicas, tanto nos ambientes urbanos como nos rurais, muitas vezes, criam-se mais condições de afastamento do que seria ideal para uma boa qualidade de vida.

Ademais, é reconhecida a pouca capacidade do Estado de satisfazer a todas as demandas de uma comunidade, principalmente porque geralmente não se estabelecem estratégias de melhoramento ambiental que contemplem o nível local (OLIVEIRA, 2003).

Estas realidades, dentre outros fatores, podem trazer conseqüências a um dos aspectos qualitativos mais importantes para a promoção da saúde humana, a salubridade ambiental.

O conceito de salubridade ambiental, abrangendo o saneamento ambiental em seus diversos componentes, busca a integração sob uma visão holística, participativa e de racionalização de uso dos recursos públicos. Coaduna-se, perfeitamente, com as diretrizes definidas na 1ª Conferência das Cidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005a), em matéria de meio ambiente e qualidade de vida, visando alcançar o desenvolvimento ecologicamente sustentável, socialmente justo e economicamente viável.

São Paulo (1999), define salubridade ambiental como a qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças veiculadas pelo meio ambiente e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural.

A representação da salubridade ambiental urbana está relacionada aos fatores materiais e sociais referentes à moradia, à infra-estrutura disponibilizada pelo poder público (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de água pluviais), aos aspectos socioeconômicos-culturais e à saúde ambiental (DIAS, 2003).

A busca do entendimento da relação entre estes fatores e o estado da saúde da população, visando orientar ações de planejamento dos serviços públicos, fez surgir alguns modelos de Indicadores Sócio-Ambientais. Entre estes destacam-se os indicadores de salubridade ambiental, instrumentos informativos capazes de apontar problemas presentes nas comunidades, suas causas, e permitir a projeção de intervenções adequadas (OLIVEIRA, 2003).

As comunidades periurbanas, assim como as de ocupação espontânea, em geral, são as que mais sentem a necessidade de investimentos em serviços públicos e infra-estruturais, notadamente no setor do saneamento.

Destarte, diante de uma economia ainda em desenvolvimento, como a brasileira, em se sugerindo mudanças neste quadro, deve-se considerar que, em geral, os gestores públicos sofrem com o problema da escassez de recursos nas suas administrações, necessitando hierarquizar as ações de modo racional.

Dessa forma, seria interessante propor meios capazes de auxiliar na priorização das ações públicas, para que sejam selecionadas as alternativas mais adequadas à realidade financeira das instituições envolvidas e as mais urgentes, alocando os recursos de forma mais eficiente possível.

Não é raro no Brasil utilizar-se critérios empíricos e demandas políticas, nem sempre legítimas, para priorização de investimentos no setor de saneamento (TEIXEIRA; HELLER, 2003). Neste sentido, é importante a sistematização de procedimentos metodológicos para o desenvolvimento de modelos de priorização de investimentos em saneamento, segundo indicadores de saúde. Contudo, verifica-se uma carência de alternativas para atingir esta meta, sobretudo o estabelecimento de procedimentos adequados às condições nacionais, capazes de embasar a construção de modelos que desempenhem o papel de instrumento de auxílio à decisão sobre as prioridades de intervenções para os serviços de saneamento.

Nesta dissertação, pretende-se analisar as condições de salubridade ambiental em comunidades periurbanas na Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Gramame no estado da Paraíba. Para tanto, propõe-se a adaptação de um sistema de indicadores de salubridade ambiental a ser aplicado. A pesquisa pretende avançar também, com uma contribuição no

sentido de se obter procedimentos metodológicos adequados para a priorização de investimentos em saneamento básico, com base nos indicadores de salubridade ambiental.

Em síntese, tenta-se contribuir com o conhecimento sobre a avaliação da situação de salubridade ambiental e com a concepção de novas metodologias para escolha e hierarquização de ações públicas de saneamento básico em comunidades periurbanas, propondo modelos para priorização de investimentos.

1.2 Objetivo Geral

Analisar o estado de salubridade ambiental em pequenas comunidades periurbanas da região da Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Gramame, propondo a inserção de um subindicador relativo às condições de moradia no modelo de avaliação de salubridade ambiental ISA/JP, e o desenvolvimento de modelos de priorização de investimentos no segmento saneamento básico, com base no indicador proposto.

1.3 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma metodologia para avaliação das condições de moradia de domicílios com inserção no modelo de avaliação de salubridade ambiental ISA/JP;
- Analisar o estado da salubridade ambiental das pequenas comunidades periurbanas da região da Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Gramame, com uso do modelo adaptado do ISA/JP;
- Identificar os benefícios em saneamento básico a serem alocados nas comunidades, como um subcomponente da salubridade ambiental, propondo soluções de projeto adequadas e levantando os valores necessários para implementação;
- Desenvolver modelos de priorização de investimentos em benefícios que visem o aumento da salubridade ambiental;
- Comparar as metodologias de priorização desenvolvidas, com base nos resultados para as comunidades referidas.

1.4 Estrutura Geral da Dissertação

O conteúdo desta dissertação distribui-se em 6 capítulos. O Capítulo 1 introduz a concepção geral do trabalho, justificando sua relevância, como também a definição dos objetivos gerais e específicos a serem alcançados.

O Capítulo 2 apresenta aspectos relativos à qualidade de vida e salubridade ambiental além de diversas abordagens sobre alguns instrumentos para sua avaliação, os indicadores; e a questão do tema priorização de investimento em ações de saneamento.

O Capítulo 3 explora os meios a serem utilizados para se estudar as condições de salubridade das comunidades periurbanas, como também são estabelecidas alternativas metodológicas para possibilitar possíveis melhorias nas mesmas. O Capítulo também apresenta o desenvolvimento e a estruturação do subindicador de condições de moradia, a proposição de um novo modelo de indicador para avaliar as condições de salubridade ambiental, o ISA/JP1 e o desenvolvimento de metodologias para a priorização de investimentos em saneamento.

O Capítulo 4 mostra o estudo de caso das pequenas comunidades periurbanas da Bacia Hidrográfica do Baixo Gramame. Apresenta os fatores considerados na seleção da área de estudo e a sua caracterização; descreve o levantamento das informações pertinentes ao estudo, como também, a aplicação dos modelos sugeridos neste trabalho de dissertação, referente ao estudo da salubridade ambiental e a hierarquização de investimentos em saneamento.

O Capítulo 5 apresenta os principais resultados e discussões do trabalho.

No Capítulo 6 constam as conclusões desta pesquisa, as recomendações para pesquisas futuras e por fim apresenta-se a bibliografia referenciada nesta dissertação.

No Apêndice encontram-se os mapas das comunidades estudadas, os resultados dos subindicadores de 2º ordem de cada comunidade e o modelo do questionário aplicado nas comunidades para o levantamento das informações pertinentes ao subindicador de condições de moradia.

O Anexo A apresenta a metodologia do modelo ISA/JP1 e o B a documentação fotográfica.

2.1 Qualidade de Vida e Salubridade Ambiental

Após a II Guerra Mundial, o interesse pelas transformações que visavam melhores condições de vida foi desencadeado em decorrência do modelo de desenvolvimento adotado naquela ocasião. Por sua vez, este modelo de desenvolvimento gerou grandes problemas de ordem social e ambiental (BORJA, 1997).

As boas condições ou qualidade de vida, segundo Moscovitch (1997 *apud* MARTINELLI, 2004) e Murta (s.d.), são conceitos amplos e subjetivos, de difícil mensuração, e podem variar de acordo com a percepção de cada indivíduo em um determinado tempo e espaço.

Todavia, na abordagem de diversos autores como Keinert *et al.* (2002), Dias (2003), Murta (s.d.), Martinelli (2004) e Nahas (2005) percebe-se que a qualidade de vida está condicionada, notadamente, ao nível de atendimento às necessidades básicas fundamentais e mais recentemente vinculada à qualidade ambiental, destacando-se entre estas a disponibilidade de alimento, trabalho, habitação e serviços essenciais, como de saúde, educação, segurança e do saneamento. Dessa forma, a quantidade e qualidade destes fatores consistem em pré-requisitos para indicar o nível das condições de vida de uma comunidade.

A busca de melhorias nas condições de vida sempre fez parte da história da humanidade (SILVA *et al.*, 2003). Contudo, conforme Nahas (2005), nos últimos tempos percebe-se uma crescente preocupação de natureza qualitativa sobre o encaminhamento dessas condições, assumindo temática relevante nas discussões e debates político-científicos, detendo-se especialmente na realidade urbana.

Nahas (2005) destaca como grandes problemas, a desigualdade de distribuição de bens e serviços; o aumento da degradação ambiental devido ao uso e ocupação desordenada do solo urbano; a exploração predatória dos recursos naturais; a pobreza atribuída à distribuição desigual de renda e a poluição. Todos esses fatores retratam as condições de vida de uma sociedade.

Sobre a salubridade ambiental, esta é definida conforme a Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992, do estado de São Paulo, como sendo a “qualidade ambiental capaz de prevenir a

ocorrência de doenças veiculadas pelo meio e de promover o aperfeiçoamento das condições mesológicas favoráveis à saúde da população urbana e rural” (PIZA; GREGORI, 1999).

Com relação ao saneamento ambiental, os seus elementos podem ser considerados como indicadores da qualidade ambiental, pois esta é a problemática que guarda as relações mais estreitas com o ambiente e o desenvolvimento, e exerce influência direta na população (RIBEIRO, 1995 *apud* MARTINELLI, 2004).

Dentro de uma abordagem multidisciplinar, as condições de saneamento ambiental são definidas como um dos subconjuntos inseridos no conceito de salubridade ambiental. O saneamento é, portanto, um dos fatores mais importantes para a promoção do ambiente salubre que favorece sobremaneira as condições de sobrevivência do homem, quando devidamente implantado e adequando as características do local (DIAS, 2003).

Para Cegalla (2005), um determinado espaço geográfico é considerado salubre quando apresenta condições favoráveis à saúde humana.

Já de acordo com o Projeto de Lei de nº 5.296/2005 que institui as Diretrizes para os Serviços Públicos de Saneamento e a Política Nacional de Saneamento Básico, a salubridade ambiental tem um conceito mais amplo. É considerada como sendo o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias e epidemias veiculada pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de favorecer ao pleno gozo da saúde e bem-estar (BRASIL, 2005).

O saneamento ambiental, ainda segundo o Projeto de Lei nº 5.296/2005, é o conjunto de ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental. Compreende o abastecimento de água potável; a coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos; o manejo das águas pluviais urbanas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças e a disciplina da ocupação e uso do solo, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbanos e rurais (BRASIL, 2005).

Para Azevedo Netto e Botelho (1991), habitações deficientes contribuem para más condições físicas e mentais dos seus ocupantes predispondo-os para o mal-estar e doenças. Com efeito, estudos realizados pelo Banco Mundial concluíram que o ambiente doméstico inadequado é responsável por aproximadamente 30% das ocorrências das doenças em países em desenvolvimento (SEBRAE, 1996).

Assim, nos pequenos aglomerados urbanos, como nas comunidades rurais dispersas, ocupações irregulares, e nas comunidades periurbanas, quase sempre espontâneas, as principais deficiências verificadas dizem respeito, normalmente, ao não estabelecimento das condições sanitárias adequadas, incluindo também as condições de moradia. E no lado social,

segundo Almeida e Abiko (2000), à existência de precárias condições de saúde e baixas condições econômicas da população. Em geral, essas aglomerações estão localizadas em regiões segregadas do centro da cidade, como também, em áreas impróprias ou restritas a ocupação, onde se revelam os grandes diferenciais regionais e locais.

Já relativamente ao espaço da habitação, Daltro Filho e Sales (2003), afirmam que determinados fatores existentes podem comprometer a sua qualidade quanto à salubridade e, por sua vez, trazer conseqüências à saúde humana.

Conforme descrito na publicação “*Avaliação de Impacto na Saúde das Ações do Saneamento*”, em 2004, as condições sanitárias também indicam o nível de salubridade ambiental das habitações, cujo cenário remete-se à existência de condições higiênicas das moradias e do espaço público (BRASIL, 2004). Envolve as instalações hidro-sanitárias domiciliares e os serviços de saneamento.

Sendo assim, conforme abordado nos estudos de Azevedo Netto e Botelho (1991), Cohen (2004) e Brasil (2004), alguns pré-requisitos que devem ser considerados para estabelecimento de uma moradia adequada e saudável envolve: o acesso à infra-estrutura básica (abastecimento de água com canalização interna, rede coletora de esgoto sanitário ou pluvial ou fossa séptica e lixo coletado), as adequadas instalações hidro-sanitárias domiciliares (pia de cozinha, tanque de lavar roupa, lavatório, chuveiro e bacia sanitária), as condições construtivas e a taxa ocupacional dos domicílios.

Segundo Daltro Filho e Sales (2003, 2004), no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, existe parcela significativa da população que vive em assentamentos habitacionais com quadro de insalubridade. Desta forma, conhecer as condições de salubridade ambiental dessas habitações é fundamental, considerando a sua relação com a saúde pública e a qualidade ambiental, e o fato de que não ser raro os municípios implantarem políticas, sem nem mesmo avaliar a real situação de salubridade, principalmente no campo do saneamento (OLIVEIRA, 2003).

Segundo Batista e Silva (2006), a metodologia capaz de realizar satisfatoriamente a avaliação da salubridade ambiental de uma comunidade é aquela que utiliza sistemas de indicadores, devido a sua capacidade de agregação de diversas informações pertinentes ao tema, buscando uma visão integradora sobre o objeto de estudo. Os indicadores são instrumentos de gestão que vem sendo bastante difundidos e utilizados por administradores públicos com o intuito de formular e implantar políticas que elevem as condições de vida da população, seja no meio urbano ou rural.

2.2 Indicadores

A Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE define um indicador como sendo um parâmetro, ou um valor derivado de um parâmetro, descrevendo um estado de fenômeno do meio ambiente ou de uma zona geográfica. Tem um significado que se estende além da informação diretamente emitida pelo valor do parâmetro (OCDE, 1993).

Numa visão mais sucinta Merico (1997), citado por Rufino (2002), expressa que o vocábulo “indicador” é proveniente do latim “*indicare*” no qual significa destacar, mostrar, anunciar e tornar público.

Will e Briggs (1995), declarando sobre os objetivos de um sistema de indicadores, referem-se como um meio provedor de informações para as políticas públicas, desempenho, realizador de previsões, podendo ser empregado para promover políticas específicas e monitorar as variáveis espaciais e temporais das ações públicas.

Para Jannuzzi (2001), os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos. Os quantitativos reportam-se aos acontecimentos concretos ou entes empíricos da realidade social, construídos a partir das estatísticas públicas disponíveis. Já os indicadores qualitativos, equivalem a medidas construídas a partir da avaliação dos indivíduos ou especialistas com relação aos diversos ângulos da realidade, levantadas em pesquisas de opinião pública ou grupo de debate.

Magalhães Júnior *et al.* (2003) escreve apropriadamente que:

[...] os indicadores não são informações explicativas ou descritivas, mas pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade. Na forma de índice, pode reproduzir uma grande quantidade de dados de uma maneira mais simples, retendo ou ressaltando o seu significado essencial (MAGALHÃES JÚNIOR *et al.*, 2003, p.50).

De acordo com um grupo de especialistas convocados pela Organização das Nações Unidas – ONU, em 1977, para debater sobre os indicadores de desenvolvimento urbano, “os indicadores permitem ainda adquirir novos conhecimentos e/ou transmitir os existentes para os investigadores, tomadores de decisão e ao público em geral” (BORJA; MORAES, 2003). Ainda segundo Borja e Moraes (2003), os indicadores podem ser utilizados para descrever os resultados das ações políticas em curso, ou da sua carência, ou, além disso, identificar adaptações e concepção de novas ações políticas.

Resumidamente, para Miranda (2003), os indicadores contêm uma informação, que torna perceptível a ocorrência do fenômeno, viabilizando esta informação de forma simples e

de fácil entendimento, representando de certa forma uma síntese do acontecimento de certo um fenômeno.

Dessa forma, nos últimos anos, tem-se incentivado, mais intensamente, o uso de indicadores como ferramenta de avaliação das condições ambientais, sociais, econômicas e das ações públicas; e como instrumento de contribuição no processo de planejamento e gestão das políticas públicas, de forma a propiciar melhorias nas condições de vida (DIAS *et al.*, 2004).

Em relação aos indicadores sociais, a primeira tentativa de defini-los constava em um documento do Ministério de Saúde, Educação e Bem Estar dos Estados Unidos, intitulado *Toward a Social Report*, no qual define indicadores sociais como estatística de interesse normativo direto que facilita a apreciação concisa, compreensiva e equilibrada da condição dos principais aspectos de uma sociedade (CARLEY, 1985 *apud* MARTINELLI, 2004).

Especificamente, procurando definir os indicadores sociais Comune *et al.* (1982), citado por Dias (2003), declara que é um conjunto formado por indicadores de bem-estar (como saúde e educação) e econômicos, relativos à distribuição de renda e emprego.

Já na compreensão de Jannuzzi (2001), esse indicador social “é uma medida, em geral, quantitativa dotada de significado social substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico ou pragmático”. É um meio de ligação entre os modelos explicativos da teoria social e a evidência empírica dos fatos sociais observados. No aspecto pragmático é uma ferramenta operacional para monitoramento da realidade social para fins de formulação e reformulação de políticas públicas, nas diferentes esferas do governo (JANNUZZI, 2001).

Quanto ao início do “movimento” dos indicadores sociais, acredita-se que este conceito surgiu, logo após a II Guerra Mundial na América do Norte para “melhorar a racionalidade e os processos de tomada de decisão em políticas públicas” (McMULLAN, 1997 *apud* ALMEIDA; ABIKO, 2004).

Segundo Borja (1997), o ponto de partida para incorporar a dimensão social nos modelos de sistemas de indicadores surgiu da insatisfação de alguns autores como Reichard (1975), Papageorgiou (1975) e Comune *et al.* (1982), que desejavam ampliar a abrangência dos indicadores para avaliar a qualidade de vida.

Para Oliveira (2003), tal afirmação deve-se ao fato de que o enfoque dos indicadores utilizados na década de 30, no século XX, era predominantemente econômico. Os mais conhecidos são: o PIB (Produto Interno Bruto), PNB (Produto Nacional Bruto) e o IPC

(Índice de Preço ao Consumidor). Estes indicadores foram construídos com o intuito de avaliar o padrão de vida de um país e medir o bem-estar.

No Brasil, só a partir da década de 1970, com o surgimento de novas dinâmicas populacionais aliadas à concentração econômica, entre outros fatores, e a necessidade de projetos para tais modificações, as agências estatais passaram a inserir em suas pesquisas a preocupação social, abarcando os indicadores nos temas de relatórios oficiais, atribuindo-lhes assim, mais notoriedade no seu uso, neste momento referidos às temáticas sociais e econômicas (MARTINELLI, 2004).

Quanto aos indicadores ambientais, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE definiu, em 1978, que estes devem “[...] *dar uma información cuantitativa integrada que permita majorar la formulación y puesta em marcha de las políticas de médio ambiente urbano*” (FORGE, 1994 *apud* BORJA; MORAES, 2003, p.14).

A primeira tentativa de estabelecimento de indicadores ambientais deu-se na década de 1970 pela OCDE, contudo, não produziu muito efeito (BORJA, 1997).

Esta questão passou a ser abordada devido à preocupação com a temática ambiental e seus problemas, que posteriormente, segundo Comune *et al.* e Forge (1982; 1994 *apud* BORJA; MORAES, 2003) somou-se a crise econômica e à repercussão das mesmas sobre a qualidade de vida.

No entanto, segundo Borja e Moraes (2003), esta preocupação é evidenciada a partir da década de 1960 intensificando-se nos anos 1970, surgindo esforços para incorporar a variável ambiental ao movimento dos indicadores sociais. (BORJA; MORAES, 2003). Segundo Martinelli (2004), este debate ocorreu devido à necessidade de avaliar e acompanhar o desenrolar dos problemas ambientais, causados pelo modelo capitalista de produção e consumo.

De acordo com Martinelli (2004) e Fink (2005), dado à emergência do tema ambiental, foram promovidos encontros e gerados documentos reconhecidos internacionalmente que discutiam o desenvolvimento equitativo, ambientalmente saudável, bem como formuladas ou consolidadas metodologias e ferramentas para tais metas. Entre estes documentos estão a Declaração de Estocolmo e o Relatório *Bruntland*, este último publicado na década de 1980, pela Comissão *Bruntland* (NOSSO FUTURO COMUM, 2006).

Somente então em 1992 com a elaboração da AGENDA 21, sendo esta preconizada na II Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, organizada pela ONU no Rio de Janeiro, ocorreu um impulsionamento quanto ao uso dos indicadores ambientais (ALMEDA; ABIKO, 2004).

Na AGENDA 21 ressalta-se a necessidade do desenvolvimento de pesquisas e instrumentos capazes de gerar informações pertinentes à temática ambiental, colocando como prioridade a busca por indicadores de sustentabilidade ambiental (RUFINO, 2002; MARTINELLI, 2004). A AGENDA 21 declara, também, que os indicadores devem ser usados como componentes auxiliares no processo de desenvolvimento e de gerenciamento urbano, afirmando que é preciso melhores estatísticas nacionais e municipais fundamentadas em indicadores práticos e padronizados (ALMEIDA; ABIKO, 2004).

De acordo com Almeida e Abiko (2004), outro momento de afirmação ao uso de indicadores ambientais ocorreu com a realização da II Conferência das Nações Unidas sobre Assentamento Humano, em Istambul no ano de 1996. Nesta oportunidade houve o reconhecimento da adoção de políticas, estratégias e medidas holísticas, integradoras e participativas a fim de serem buscadas cidades e comunidades mais seguras, saudáveis e justas.

Assim, os esforços atuais para a construção e utilização de sistemas de indicadores tem se concentrado em avaliar a qualidade de vida em sua dimensão social e ambiental (BORJA; MORAES, 2003).

Para Jannuzzi (2004), no Brasil de hoje os principais fatores que tem demandado por indicadores de planejamento público são: escassez de recursos, novo regime democrático, descentralização tributária, institucionalização do planejamento e pressão popular por maior efetividade de gastos públicos; podendo acrescentar a estes fatores o processo de degradação ambiental.

Dessa forma, os indicadores podem ser classificados, segundo áreas temáticas da realidade social a que referem, como indicadores de saúde, educacional, demográficos, habitacionais, de infra-estrutura, renda, além de outros. Há ainda, os indicadores mais agregados, como os indicadores socioeconômicos, de condição de vida, de qualidade de vida e de desenvolvimento humano (JANNUZZI, 2003).

Várias instituições e pesquisadores têm se debruçado a desenvolver e aplicar indicadores para mensurar a qualidade de vida. Dentre as instituições, segundo Borja e Moraes (2003), destaca-se a *United Nations Research Institute for Social Development* – UNRISD e *Comisión Económica para América Latina y el Caribe* (CEPAL), nos países em desenvolvimento e a já citada Organização e Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, nos países desenvolvidos.

Segundo Nahas (2005), a construção e uso de indicadores, com o intuito de avaliar o desenvolvimento, as condições e/ou qualidade de vida em recortes espaciais (estado, região e

cidade), se expandiram principalmente a partir da apresentação do cálculo do IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), desenvolvido pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), em 1990. Esta tendência se expandiu também no Brasil.

Para o cálculo do IDH são considerados indicadores de longevidade (esperança de vida ao nascer), educação (taxa de alfabetização e frequências escolar) e renda (PIB *per capita*). Esses indicadores são agrupados por média simples. As três dimensões têm a mesma importância no índice que pode variar de zero a um (PNUD, 2006). Cada indicador possui valores mínimos e máximos e são fixados e baseados em tendências dos indicadores em um período de 25 anos. Entretanto, o IDH aponta limitações devido a sua falta de sensibilidade para medidas de curto prazo e para temas gerados por ações puramente municipais (MURTA, s.d.).

Quanto à experiência brasileira, na construção de indicadores destaca-se a proposta de RODRIGUES (1991), do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas que propõe o Índice de Desenvolvimento Social – IDS, este em substituição ao IDH. O IDS agrupa aspectos relevantes à qualidade de vida como: as condições de remuneração, saúde, educação, habitação, alimentação, transporte e outros serviços (BORJA, 1997).

Atualmente o Índice de Qualidade de Vida Urbana - IQVU/BH, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Planejamento de Belo Horizonte em 1994, é considerado uma das experiências mais bem sucedidas de uso de indicadores, incorporando a dimensão ambiental para o planejamento urbano no Brasil e considerando a questão do ponto de vista intra-urbano (BORJA, 1997; MARTINELLI, 2004).

Esse índice integra uma ampla proposta da Secretaria Municipal de Planejamento de Belo Horizonte que juntamente a uma equipe multidisciplinar de pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, desenvolveram um sistema composto pelo IQVU/BH e pelo Índice de Vulnerabilidade Social – IVS (1999) (NAHAS, 2005). Segundo a autora, ambos os índices foram calculados a partir de indicadores georreferenciados nas 81 unidades de planejamento da cidade. Eles foram formulados para possibilitar uma comparação entre as diferentes condições de vida existente em Belo Horizonte, permitindo uma hierarquia intra-urbana entre as unidades espaciais.

2.2.1 Indicadores de Salubridade Ambiental

Um importante momento de incentivo para o estudo das relações entre meio ambiente e saúde, por meio de indicadores, é observado na publicação do Ministério da Saúde, no Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável. Este plano aborda a relevância de se estruturar sistemas de informações quali-quantitativas, capazes de medir por meio de indicadores ambientais as condições de saúde, inclusive intra-urbanos, com o objetivo de subsidiar o estabelecimento de necessidades e a definição de intervenções adequadas (BRASIL, 1995).

Entre os indicadores construídos no Brasil destacam-se os do setor de saneamento. Pode-se citar neste enfoque o trabalho de Garcia *et al.*(1994), citado por Borja (1997), que construíram indicadores a partir da preocupação com a qualidade dos serviços de infraestrutura urbana e saneamento, pretendendo contribuir no processo de planejamento.

[...] foram determinados levando-se em consideração a correlação entre os indicadores específicos de saneamento (serviço de abastecimento de água, esgoto, drenagem urbana e de resíduos sólidos) e os indicadores gerais compostos pelos dados demográficos, sociais, de saúde e econômicos. Os indicadores de qualidade dos serviços urbanos de saneamento resultaram da interação destes indicadores, retratando os atributos esperados dos serviços de saneamento (GARCIA *et al.*, 1994 *apud* BORJA, 1997, p.716).

Ainda segundo Borja (1997), Ajzenberg *et al.*(1986) a exemplo de Garcias *et al.*(1994), desenvolveram um indicador específico enfocando o setor de saneamento. Estes autores construíram indicadores de caráter social para a priorização de obras de saneamento, abordando parâmetros como: atendimento (água e esgoto); saúde (mortalidade infantil em geral, por doenças infecto-contagiosas); socioeconômicos (renda per capita e percentual da população de baixa renda). Os indicadores foram agrupados em um único indicador, através de ponderação e interpolação linear. Os resultados foram então reunidos em faixas de prioridade.

Outro trabalho de bastante relevância foi o desenvolvido por Borja (1997), que preocupada com a qualidade ambiental urbana nas cidades frente à urbanização, suas conseqüências e a falta de condições dos governos de acompanhar este processo, buscou avaliar sistemas de indicadores. A outra teve como objetivo contribuir na proposição de uma metodologia de avaliação da Qualidade Ambiental Urbana - QAU, no nível local, incorporando a participação popular para subsidiar a formulação e o desenvolvimento de políticas públicas. A contribuição da autora não é direcionada à salubridade ambiental, tem uma importância indireta, pois é uma proposta mais abrangente, na qual analisa categorias

como: moradia, saneamento, infra-estrutura urbana, serviços urbanos, infra-estrutura social e cultural, conforto do ambiente, paisagem urbana e cidadania.

A estreita relação que existe entre a saúde humana e o meio ambiente e a necessidade de entendimento desses fatores concatenados entre si e as condições de salubridade ambiental, constituem um argumento suficientemente forte para a construção e aplicação de indicador específico.

Neste sentido, Almeida e Abiko (2000), com a finalidade de analisar se a urbanização das favelas promove a recuperação urbanística ambiental, e conseqüentemente adequá-las a padrões de salubridade que justifique sua permanência no local onde se encontram inseridas, sem comprometer o meio ambiente e a saúde dos seus moradores, desenvolveram o Indicador de Salubridade para Favelas (ISA/F). Seu cálculo é obtido pela média ponderada de 14 indicadores (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, drenagem, vias de circulação, segurança geológica-geotécnica, densidade demográfica bruta, energia elétrica, regularização fundiária, varrição, iluminação pública, espaço público, renda e educação), os quais possuem critérios de cálculo diferenciado entre médias aritméticas e ponderadas. A pontuação do ISA/F varia de 0 a 100 e a ponderação dos indicadores tem soma unitária.

A Organização Mundial de Saúde – OMS, preocupada com as conseqüências da salubridade ambiental dos assentamentos humanos sobre a saúde, tem estimulado estudos para o melhor entendimento da relação meio ambiente – saúde, de forma a prover informações para subsidiar a definição de políticas e estratégias dos multissetores envolvidos com a temática (RIBEIRO, 2004).

Um marco neste sentido foi o desenvolvimento do projeto HEADLAMP (*Health and Environment Analysis for Decision-Marking*) ou Análise da Saúde e do Meio Ambiente para Tomadores de Decisão. Tal projeto tem como finalidade melhorar o apoio à informação para as políticas de saúde ambiental e também a disponibilização de dados sobre os impactos da saúde ambiental em vários níveis para os tomadores de decisão, profissionais de saúde e ao público em geral (RIBEIRO, 2004).

No Brasil, o início das discussões na área de salubridade ambiental ficou a cargo do Ministério da Saúde, que está procurando desenvolver indicadores em diferentes níveis de gestão, conhecidos como indicadores de Vigilância Ambiental em Saúde. A metodologia utilizada para a construção deste indicador é uma adaptação do modelo Pressão-Estado-Resposta da OCDE (OLIVEIRA, 2003).

Contudo, as experiências de construção de sistemas de indicadores de saúde ambiental ou salubridade ambiental se intensificaram mais recentemente (RIBEIRO, 2004).

Neste sentido, registra-se a contribuição dos técnicos da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) que desenvolveram um índice específico para analisar a salubridade ambiental - ISA/BH, no nível municipal. Segundo Murta (s.d.), tal índice teve o intuito de dar suporte para a produção do Plano Municipal de Saneamento (PMS). O ISA/BH é um índice construído a partir do somatório ponderado de índices setoriais referentes aos componentes do saneamento ambiental. Caracteriza-se por ser um dos três eixos de priorização que nortearam a metodologia de definição de bacias elementares nas quais se apresentam como as mais carentes de investimentos em serviços de saneamento em Belo Horizonte. Este indicador, juntamente a outros índices como o IQVU/BH (Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte) e ao IVS (Índice de Vulnerabilidade Social), estes últimos já utilizados, constituem para a Prefeitura de Belo Horizonte instrumentos úteis para a definição de políticas públicas e para a distribuição de recursos do Orçamento Participativo.

Devem-se destacar os indicadores desenvolvidos para avaliação da salubridade ambiental urbana como: i) O ISA – Indicador de Salubridade Ambiental, por Piza e Gregori conjuntamente com a Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo (1999). Posteriormente, Ribeiro (2004) adaptou a metodologia original do ISA para o estudo a nível municipal, tornando-se possível a aplicação intra-urbana, o que fez na cidade de João Pessoa, Paraíba. Esta aplicação possibilitou o *ranking* dos bairros quanto à salubridade ambiental. ii) O ISA/OE – Indicador de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea, por Dias (2003). iii) O ISA/JP – Indicador de Salubridade Ambiental em bairros litorâneos da cidade de João Pessoa, na Paraíba, por Batista (2005).

Estes indicadores serviram de base para proposição do indicador de salubridade ambiental que contempla este estudo, razão porque serão a seguir explicitados.

2.2.1.1 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA (CONESAN)

O Indicador de Salubridade Ambiental - ISA foi desenvolvido por um grupo de voluntários que compõem a Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo - CONESAN, para avaliar a “Situação de Salubridade Ambiental” de cada região ou sub-região do Estado de São Paulo, através da mensuração das condições de saneamento de cada município e da identificação de suas causas. É considerado um instrumento de integração de políticas públicas para a evolução da qualidade de vida no

Estado de São Paulo. Assim, com esta ferramenta os poderes públicos podem tomar decisões mais realistas e menos imediatistas sobre os assuntos pertinentes, a salubridade e o saneamento, proporcionando a aplicação melhor dos recursos financeiros no referido Estado (SÃO PAULO, 1999).

Este indicador de salubridade ambiental, o ISA, abrange a caracterização qualitativa e quantitativa dos serviços de abastecimento d'água, esgotos sanitários, limpeza pública, drenagem, controle de vetores, situação dos mananciais e alguns fatores sócio-econômicos. Cada um destes temas correspondem a um indicador específico, cuja composição e estruturação de cada um será posteriormente apresentada. O referido ISA foi desenvolvido de modo a permitir a incorporação de novos indicadores, variáveis e formas de pontuação, à medida que se tenham outras informações ou que se obtenham mais patamares nos serviços.

O valor do ISA é obtido pela média ponderada dos indicadores específicos, também denominados como subindicadores de 1ª ordem, através da expressão (1) e numericamente varia de 0 a 1.

$$ISA = 0,25 I_{ab} + 0,25 I_{es} + 0,25 I_{rs} + 0,10 I_{cv} + 0,10 I_{rh} + 0,05 I_{se} \quad (1)$$

Onde:

I_{ab} – Indicador de Abastecimento de Água;

I_{es} – Indicador de Esgotos Sanitários;

I_{rs} – Indicador de Resíduos Sólidos;

I_{cv} – Indicador de Controle de Vetores;

I_{rh} – Indicador de Recursos Hídricos;

I_{se} – Indicador Socioeconômico.

Cada indicador específico ou subindicador de 1ª ordem é calculado através da média ponderada de outros subindicadores, denominados de 2ª ordem. Tais subindicadores abordam questões específicas sobre o tópico que está sendo analisado, que são posteriormente inseridos na expressão (1) no qual determina o valor do ISA. Cada subindicador de 1º ordem é multiplicado por um peso relativo à sua importância segundo o conceito salubridade ambiental. Os pesos foram definidos pelos membros do CONESAN envolvidos na elaboração do ISA.

2.2.1.2 Indicador de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea – ISA/OE

Segundo Dias (2003), as ocupações espontâneas em áreas urbanas é uma realidade presente em todo território nacional. Essas ocupações apresentam, normalmente, precárias condições de habitabilidade, do ponto de vista ambiental e social, como à carência dos serviços de saneamento ambiental, com reflexos sobre a saúde dos moradores. Neste cenário torna-se relevante a avaliação da sua salubridade ambiental.

Dessa forma, a autora supra citada, com o intuito de mensurar o estado de salubridade destas habitações, no município de Salvador/BA, desenvolveu um sistema de indicadores conhecido como ISA/OE – Indicador de Salubridade Ambiental de Ocupação Espontânea. No estudo foram considerados fatores materiais e sociais, por se entender que o estado de saúde de uma população pode estar relacionado às condições materiais e sociais do ambiente nos quais as populações estão inseridas.

As condições materiais e sociais estudadas para o cálculo do ISA/OE foram agrupadas em sete componentes, cada um apresentando um conjunto de variáveis e indicadores. Os fatores materiais contemplam os quatro componentes do saneamento ambiental: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem de águas pluviais, acrescido das condições de moradia. As condições sociais envolvem os aspectos sócio-econômico, culturais e de saúde ambiental em assentamentos humanos com características de infra-estruturas sanitárias diferentes (DIAS, 2003; DIAS *et al.*, 2004). Os componentes do ISA/OE, suas variáveis e indicadores são mostrados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Condição, componentes, variáveis e indicadores de composição do ISA/OE

Condição	Componente	Variável	Indicadores
Material	Abastecimento da Água (I _{AA})	Origem da água no domicílio	Domicílios atendidos com rede pública. (%) i_{OA}
		Frequência do abastecimento no domicílio	Domicílios onde nunca ou raramente falta água (%) i_{FA}
		Quantidade de água utilizada no domicílio	Consumo médio per capita de água (l/hab.dia) i_{QA}
		Qualidade da água da rede	Amostras de água sem coliformes termotolerantes (fecais) da rede de distribuição (%) i_{CF}
	Esgotamento Sanitário (I _{ES})	Destino dos dejetos sanitários do domicílio	Domicílios com destinação adequada dos dejetos sanitários (%) i_{DS}
		Destino das águas servidas do domicílio	Domicílios com destinação adequada das águas servidas (%) i_{AS}
	Resíduos Sólidos (I _{RS})	Regularidade da coleta de resíduos sólidos domiciliares	Domicílios com coleta regular de resíduos sólidos (%) i_{FC}
		Existência da coleta de resíduos	Domicílios com resíduos sólidos coletados sob responsabilidade da LIMPURB (%) i_{DL}

Fonte: Dias (2003)

Quadro 2.1 – Condição, componentes, variáveis e indicadores de composição do ISA/OE
(Continuação)

Condição	Componente	Variável	Indicadores
Material	Drenagem Urbana (I _{DU})	Ocorrência de inundação ou alagamento no domicílio	Domicílios sem ocorrência de inundação ou alagamento (%) <i>i</i> _{IA}
		Pavimentação da rua onde se situa o domicílio	Domicílios cujas ruas possuem pavimentação (%) <i>i</i> _{RP}
	Condição de Moradia (I _{CM})	Material usado nas paredes do domicílio	Domicílio com parede com reboco (%) <i>i</i> _{MP}
		Material usado no piso	Domicílio com piso adequado (%) <i>i</i> _{PA}
		Material usado na cobertura do domicílio	Domicílio com cobertura adequada (%) <i>i</i> _{CA}
		Existência de sanitário no domicílio	Domicílio que possui sanitário (%) <i>i</i> _{SC}
		Como a água chega ao domicílio	Domicílio com canalização interna completa (%) <i>i</i> _{AC}
		Acondicionamento da água no domicílio	Domicílio que guarda água em reservatório com tapa (%) <i>i</i> _{GA}
		Qualidade da água no domicílio	Amostras sem coliformes termotolerantes (fecais) na água de beber (%) <i>i</i> _{CT}
Social	Socioeconômico-Cultural (I _{SE})	Situação da propriedade do domicílio	Domicílios próprios pagos ou financiados (%) <i>i</i> _{PD}
		Renda mensal familiar	Renda média mensal (salário mínimo) <i>i</i> _{RF}
		Aglomeración (número de pessoas por cômodo)	Número médio de habitantes por cômodo <i>i</i> _{AG}
		Acondicionamento de resíduos sólidos no domicílio	Domicílio com acondicionamento adequado de resíduos sólidos nos domicílios (%) <i>i</i> _{AL}
		Uso da cozinha no domicílio	Domicílio cuja cozinha é utilizada apenas para preparar alimentos (%) <i>i</i> _{UC}
		Animais no domicílio	Domicílios que não possuem animais (%) <i>i</i> _{AD}
		Existência de lavatório no domicílio	Domicílio que possuem lavatório (%) <i>i</i> _{LV}
		Escolaridade da cabeça da família no domicílio	Domicílio cujo cabeça da família possui pelo menos 10 graus completo (%) <i>i</i> _{EC}
		Tempo de residência no domicílio	Domicílio cujo moradores residam a 5 ou mais anos – medido pelo cabeça da família (%) <i>i</i> _{TR}
		Tratamento de água domicílio	Domicílio que dão tratamento doméstico a água (%) <i>i</i> _{TA}
	Saúde Ambiental (I _{SA})	Resíduos próximos ao domicílio	Domicílio sem resíduos nas proximidades distância = 100m (%) <i>i</i> _{RP}
		Presença de vetores no domicílio	Domicílio que não apresentaram aumento de vetores (%) <i>i</i> _{AV}

Fonte: Dias (2003)

Assim, o ISA/OE é obtido pela expressão (2). Cada um dos seus componentes equivale a um índice, obtido por meio da média aritmética simples dos índices parciais (subíndices). Cada componente pode variar na escala de 0 a 100 pontos, sendo que a ponderação deles tem uma soma unitária, assim como está exposto no Quadro 2.2.

$$ISA/OE=(I_{AA} \cdot p_1)+(I_{ES} \cdot p_2)+(I_{RS} \cdot p_3)+(I_{DU} \cdot p_4)+(I_{CM} \cdot p_5)+ (I_{SE} \cdot p_6)+(I_{SA} \cdot p_7) \quad (2)$$

Onde:

*I*_{AA} – Componente Abastecimento de Água;

*I*_{ES} – Componente Esgotamento Sanitário;

*I*_{RS} – Componente Resíduos Sólidos;

- I_{DU} – Componente Drenagem Urbana;
 I_{CM} – Componente Condições da Moradia;
 I_{SE} – Componente Sócioeconômico-Cultural;
 I_{SA} – Componente Saúde Ambiental;
 p_n – Peso atribuído a cada um dos componentes.

Quadro 2.2 – Ponderação dos componentes do ISA/OE

Componentes	Ponderação
I_{AA} - Componente Abastecimento de Água	$P_1= 0,20$
I_{ES} - Componente Esgotamento Sanitário	$P_2= 0,20$
I_{RS} - Componente Resíduos Sólidos	$P_3= 0,15$
I_{DU} - Componente Drenagem Urbana	$P_4= 0,10$
I_{CM} - Componente Condições da Moradia	$P_5= 0,15$
I_{SE} - Componente Socioeconômico-cultural	$P_6= 0,10$
I_{SA} - Componente Saúde Ambiental	$P_7= 0,10$
Σ	1,00

Fonte: Dias (2003)

Com o intuito de avaliar as condições de salubridades das comunidades espontâneas, Dias (2003) estabeleceu faixas de pontuação para o ISA/OE, cuja variabilidade é de 0 a 100, conforme apresenta o Quadro 2.3 em seguida.

Quadro 2.3 – Situação de salubridade por faixa de pontuação do ISA/OE

Situação de Salubridade	Pontuação
Insalubre	0 – 25
Baixa salubridade	26 – 50
Média salubridade	51 – 75
Salubre	76 – 100

Fonte: Dias (2003)

2.2.1.2.1 Componente do ISA/OE: Subindicador de Condições de Moradia

Diferentemente do modelo ISA, o ISA/OE considera as condições de moradia através de um subindicador, o I_{CM} , nos quais justificam a introdução do I_{CM} através da importância das características dos domicílios incluindo as suas estruturas sanitárias na avaliação da qualidade de vida da população.

Em concordância, Sales (2001 *apud* DIAS, 2003) destaca também a relevância da salubridade da moradia, ao afirmar que:

A salubridade das habitações é requisito essencial à manutenção de bons níveis de saúde da população, levando a um maior aproveitamento do potencial humano para o trabalho, aumentando-lhe a produtividade, reduzindo o sofrimento e os gastos financeiros com atendimentos médico-hospitalares e conferindo mais dignidade ao viver das pessoas [...] (SALES, 2001 *apud* DIAS, 2003)

Assim, o subindicador de condições de moradia – I_{CM} , proposto por Dias (2003), é um dos fatores materiais que integra o ISA/OE. A consideração deste componente permite analisar as condições dos domicílios e sua contribuição para a salubridade ambiental das ocupações espontâneas.

O I_{CM} é composto por um grupo de 7 variáveis que, em geral, enfatizam os aspectos físicos e sanitários do domicílio, bem como o suprimento, utilização e qualidade da água. Deste modo, este componente agrupa as seguintes variáveis relacionadas ao domicílio: material usado nas paredes, no piso e na cobertura; a existência de sanitário; como a água chega ao domicílio; acondicionamento e qualidade da água no domicílio.

Cada variável está associada a um indicador que é obtido pelo percentual de ocorrência do tema abordado. Os indicadores considerados para apontar a situação do domicílio foram: as paredes rebocadas, cobertura e piso adequados; existência de sanitário, canalização interna completa, armazenagem de água em reservatório com tampa e ausência de coliformes termotolerantes na água de beber.

Para Dias (2003), a importância dos parâmetros selecionados para a avaliação das condições de moradia e sua interferência na salubridade deste ambiente, é justificada ao citar Sales (2001), quando afirma que as condições materiais que favorecem a higidez do domicílio podem influenciar na saúde de seus ocupantes.

A utilização de materiais inadequados na moradia pode ser propício ao abrigo de animais transmissores de doenças, a exemplo de roedores e insetos. Também o estado de conservação da estrutura física da habitação é fator fundamental para a salubridade do ambiente (DIAS, 2003).

Quanto ao sanitário, é relevante abordar este indicador porque a sua existência, seja na área interna ou externa, colabora ao estado de higidez do domicílio uma vez que, afasta a possibilidade dos moradores terem contato direto com as suas excretas. Esta variável acrescida às instalações internas de água favorece ainda mais a salubridade no ambiente do domicílio.

Outro ponto considerado é quanto à qualidade da água de beber. As condições desta água estão relacionadas aos hábitos higiênicos dos moradores. “Na ocorrência de casos

positivos de contaminação da água (coliformes termotolerantes) pode-se afirmar que não está sendo dada à devida atenção aos aspectos higiênicos no domicílio” (DIAS, 2003, p.77).

O cálculo do componente condições de moradia – I_{CM} é expresso pela equação (3), e seu valor varia numa escala de 0 a 100 pontos, onde 0 seria a situação mais desfavorável e 100 as condições ideais na moradia, para a salubridade do ambiente.

$$I_{CM} = (i_{MP} + i_{PA} + i_{CA} + i_{SC} + i_{AC} + i_{GA} + i_{CT})/7 \quad (3)$$

Onde :

i_{MP} – Indicador do tipo de material usado na parede do domicílio;

i_{PA} – Indicador do tipo de material usado no piso do domicílio;

i_{CA} – Indicador do tipo de material usado na cobertura do domicílio;

i_{SC} – Indicador da existência de banheiro no domicílio;

i_{AC} – Indicador de como a água chega ao domicílio;

i_{GA} – Indicador de acondicionamento da água no domicílio;

i_{CT} – Indicador da qualidade da água no domicílio.

O Quadro 2.4 apresenta o detalhamento do modelo para avaliação das condições de moradia no modelo ISA/OE (variáveis, indicadores, formulações e descrições).

Quadro 2.4–Detalhamento do modelo ISA/OE para avaliação das condições de moradia

CONDIÇÕES DE MORADIA (I_{CM})			
Variáveis	Indicadores	Fórmulas	Descrição
Material usado nas paredes do domicílio (i_{MP})	Domicílio atendido com reboco (%)	$i_{MP} = \frac{D_9}{D_T} \times 100$	D_9 =Nº. de domicílios com paredes com reboco; D_T = Nº total de domicílios
Material usado no piso do domicílio (i_{PA})	Domicílio com piso adequado (%)	$i_{PA} = \frac{D_{10}}{D_T} \times 100$	D_{10} =Nº. de domicílios com piso adequado; D_T = Nº total de domicílios
Material usado na cobertura do domicílio (i_{CA})	Domicílio com cobertura adequada (%)	$i_{CA} = \frac{D_{11}}{D_T} \times 100$	D_{11} =Nº. de domicílios com cobertura adequada; D_T = Nº total de domicílios
Existência de sanitário no domicílio (i_{SC})	Domicílio que possuem sanitários (%)	$i_{SC} = \frac{D_{12}}{D_T} \times 100$	D_{12} =Nº. de domicílios com piso adequado; D_T = Nº total de domicílios
Como a água chega no domicílio (i_{AC})	Domicílio com canalização interna completa (%)	$i_{AC} = \frac{D_{13}}{D_T} \times 100$	D_{13} =Nº. de domicílios com piso adequado; D_T = Nº total de domicílios
Acondicionamento da água no domicílio (i_{GA})	Domicílios que guardam água em reservatórios com tampa (%)	$i_{GA} = \frac{D_{14}}{D_T} \times 100$	D_{14} =Nº. de domicílios com piso adequado; D_T = Nº total de domicílios
Qualidade da água no domicílio (i_{CT})	Amostras sem coliformes termotolerantes na água na água de beber (%)	$i_{CT} = \frac{D_{15}}{D_T} \times 100$	A_2 = Nº de amostras sem coliformes termotolerantes na água de beber (%) A_T = Nº de amostras

2.2.1.3 Indicador de Salubridade Ambiental – ISA/JP

Segundo Batista (2005), o ISA/JP foi desenvolvido a partir da necessidade de se analisar a salubridade ambiental do espaço intra-urbano em parte dos bairros litorâneos da cidade de João Pessoa, na Paraíba. A análise estabelecida por setor censitário e bairro tem por objetivo principal contribuir para a gestão urbana.

Na realidade, o referido indicador trata de uma adaptação do ISA (CONESAN), no qual foi incorporado o subindicador de drenagem urbana - Idu. A incorporação do Idu foi estabelecida devido à importância de se considerar a qualidade da drenagem urbana na avaliação da salubridade ambiental.

O subindicador de drenagem urbana – Idu corresponde a uma formulação simples, do tipo combinação linear, abrangendo aspectos relativos à ocorrência de enchente ou alagamento na vias públicas, existência de defeitos, presença ou não de pavimentação, parâmetros que são traduzidos sob forma de subindicadores.

O valor do Idu depende do grau de importância de cada critério considerado para analisar a qualidade da drenagem urbana e dos pesos que variam de 0 a 1, atribuídos para cada subindicador de 2ª ordem. A equação (4) descreve como é avaliada a drenagem das ruas:

$$Idu (j) = p_1. i_{EA} + p_2 i_D + p_3. i_{RP} \quad (4)$$

Um determinado setor urbano composto por n ruas, o Idu é obtido usando-se a equação (5).

$$Idu (s) = \frac{\sum_{j=1}^n Idu (j) l(j)}{\sum_{j=1}^n l(j)} \quad (5)$$

Onde:

Idu (j) – Indicador de drenagem urbana da rua j;

i_{EA} – Subindicador de ocorrência de inundação e/ou alagamento da rua j;

i_D – Subindicador de ocorrência de defeitos no pavimento da rua j;

i_{RP} – Subindicador referente a presença ou ausência de pavimentação na rua j;

Idu (s) – Indicador de drenagem urbana do setor urbano s;

l (j) – Comprimento da rua j do setor censitário urbano s.

No Quadro 2.5 estão as ponderações atribuídas aos subindicadores de 2ª ordem com seus respectivos valores, considerando os fenômenos, ocorrência ou não dos critérios considerados no estudo da drenagem.

Quadro 2.5 – Componentes i_{IA} , i_D , i_{RP} com seus valores conforme critérios

Critério para i_{EA}	Valor	Critério para i_D	Valor	Critério para i_{RP}	Valor
(Com ocorrência) Inundação e/ou alagamento	0	(Com ocorrência) Defeitos	0	(Com ocorrência) Pavimentação	1
(Sem ocorrência) Inundação e/ou alagamento	1	(Sem ocorrência) Defeitos	1	(Sem ocorrência) Pavimentação	0

Fonte: Batista (2005)

O valor do Idu expressa a situação ou performance da drenagem, nas ruas de um bairro ou setor censitário, podendo ser classificado de acordo com o Quadro 2.6.

Quadro 2.6 – Classificação de desempenho adotada para a drenagem urbana

Intervalo de Valores do Idu	Classificação
$Idu \geq 0,98$	Excelente
$0,98 > Idu \geq 0,85$	Muito Boa
$0,85 > Idu \geq 0,60$	Boa
$0,60 > Idu \geq 0,40$	Regular
$0,40 > Idu \geq 0,0$	Ruim/Muito Ruim

Fonte: Batista (2005)

Uma vez calculado o Idu, o mesmo comporá o Indicador de Salubridade Ambiental – ISA/JP. O cálculo do ISA/JP considera os mesmos subindicadores específicos e formulações do ISA (CONESAN), sofrendo apenas algumas adaptações. A exceção logicamente é quanto ao Idu, pois, este não consta neste último ISA mencionado. Assim, seu valor é obtido pela expressão (6) e varia de 0 a 1.

$$ISA/JP = 0,25Iab + 0,20Ies + 0,20Irs + 0,10Icv + 0,10Irh + 0,10Idu + 0,05Ise \quad (6)$$

O ISA/JP permite também uma avaliação do desempenho da salubridade ambiental, conforme mostra o Quadro 2.7, cuja pontuação e enquadramento foi adaptado de Dias *et al.* (2003), que indica a classificação variando de insalubre a salubre.

Quadro 2.7 – Situação da salubridade por faixa de situação (%)

Condição de Salubridade	Pontuação do ISA
Insalubre	0 – 25,50
Baixa salubridade	25,51 – 50,50
Média salubridade	50,51 – 75,50
Salubre	75,51 – 100,00

Fonte: Batista (2005)

Em seguida será apresentado no Quadro 2.8 de forma sintética todos os subindicadores, componentes e finalidades; como também no Quadro 2.9 os subindicadores secundários, formulação, composição e pontuação.

Quadro 2.8 – Subindicadores, componentes, formulação e finalidades

Nº	Subindicador de 1ª Ordem	Subindicador de 2ª Ordem	Finalidades
I	Iab - Indicador de Abastecimento de Água Fórmula: $I_{ab} = (I_{ca} + I_{qa} + I_{sa})/3$	I _{ca} -Indicador de Cobertura de Abastecimento	Visa quantificar os domicílios atendidos por sistemas de abastecimento de água com controle sanitário
		I _{qa} -Indicador de Qualidade da água Distribuída	Visa monitorar a qualidade da água fornecida
		I _{sa} -Indicador de Saturação do Sistema Produtor	Compara oferta e demanda para programar novos sistemas e/ou ações que reduzam as perdas
II	Ies-Indicador de Esgotos Sanitários Fórmula: $I_{es} = (I_{ce} + I_{te} + I_{se})/3$	I _{ce} -Indicador de Cobertura em Coleta em Esgoto	Visa quantificar os domicílios atendidos por redes de esgotos e/ou tanques sépticos
		I _{te} -Indicador de Esgotos Tratados e Tanque Sépticos	Quantificar e qualificar os domicílios atendidos por redes de esgotos e/ou tanques sépticos
		I _{se} -Indicador de Saturação do Tratamento de Esgotos	Compara oferta e demanda das instalações existentes e programar novas instalações ou ampliações
III	Irs-Indicador de Resíduos Sólidos Fórmula: $I_{rs} = (I_{cr} + I_{qr} + I_{sr})/3$	I _{cr} -Indicador de Coleta de Lixo	Quantificar os domicílios atendidos por coleta de lixo
		I _{qr} -Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos	Qualificar a situação da disposição final dos resíduos
		I _{sr} -Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos	Indicar a necessidade de novas instalações
IV	Icv-Indicador de Controle de Vetores Fórmula: $I_{cv} = [(I_{vd} + I_{ve})/2] + I_{vl}] / 2$	I _{vd} -Indicador de Dengue	Identificar a necessidade de programas preventivos
		I _{ve} -Indicador de Esquistossomose	Identificar a necessidade de programas preventivos
		I _{vl} -Indicador de Leptospirose	Identificar a necessidade de programas preventivos de redução e eliminação de resíduos
V	Irh-Indicador de Riscos de Recursos Hídricos Fórmula: $I_{rh} = (I_{qb} + I_{dm} + I_{fi})/3$	I _{qb} -Indicador da Qualidade da Água Bruta	Monitoramento da qualidade da água
		I _{dm} -Disponibilidade dos Mananciais	Mensurar a disponibilidade dos mananciais para abastecimento em relação à demanda
		I _{fi} -Indicador de Fontes Isoladas	Analisar o abastecimento de água por fontes alternativas como bicas, fontes, poços...
VI	Idu – Indicador de Drenagem Urbana Fórmula: $I_{du} = p_1 * I_{ai} + p_2 * I_d + p_3 * I_{rp}$	I _{ai} -Indicador de alagamento ou inundação	Vias com ou sem ocorrência de inundação ou alagamento
		I _d - Indicador de defeitos	Vias com ou sem defeitos: seção transversal inadequada, drenagem lateral inadequada, corrugação, buracos, afundamentos nas trilhas das rodas e segregação de agregados, erosões lineares, formação de calhas
		I _{rp} -Indicador de rua pavimentada	Vias com ou sem pavimentação
VII	Ise -Indicador Socioeconômico Fórmula: $I_{se} = (I_{sp} + I_{rr} + I_{ed})/3$	I _{sp} -Indicador de Saúde Pública	Indica a adequação do saneamento com monitoramento de índices de mortalidade infantil e de idosos
		I _{rr} -Indicador de renda	Indicar a capacidade de pagamento da população pelos serviços e a capacidade de investimento dos municípios
		I _{ed} -Indicador de Educação	Indicar a linguagem de comunicação das campanhas de educação sanitária e ambiental

Fonte: Adaptado de Batista (2005)

Quadro 2.9 – Subindicadores secundários ou de 2ª ordem, formulação, composição e pontuação

Subindicador de 2ª Ordem e Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação
$I_{ca} = (Dua/Dut) \times 100$	Dua = Domicílios atendidos Dut = Domicílios urbanos totais	Pontuação obtida diretamente pela fórmula
$I_{qa} = k \times (NAA/NAR) \times 100$	K = nº. de amostras realizadas/nº mínimo de amostras exigido por lei. Portaria nº36 /GM – Ministério da Saúde 19/01/ 1990;NAA = Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa a colimetria, cloro e turbidez; NAR = Quantidade de amostras realizadas	$I_{qa} = 100\%$ Pontuação : 100 $95 < I_{qa} < 99\%$ Pontuação: 80 $85 < I_{qa} < 94\%$ Pontuação : 60 $70 < I_{qa} < 84\%$ Pontuação: 40 $50 < I_{qa} < 69\%$ Pontuação: 20 $I_{qa} < 49\%$ Pontuação: 00
$I_{sa} - n = \log \frac{\{CP/[VP \cdot (k2 / k1)]\}}{\log (1 + t)}$	n= nº. de anos para saturação sistema; VP= Volume de produção para atender 100% população; CP= Capacidade de Produção; t= taxa anual média de crescimento; k1/k2 = coeficientes de perdas	Sistema integrado $n \geq 5$ anos Pontuação : 100 $0 < n < 5$ Pontuação: interpolar $n \leq 0$ Pontuação : 0
$I_{ce} = (Duc/Dut) \times 100$	Duc = Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanque séptico; Dut = Domicílios urbanos totais	$I_{ce} > 90\%$ Pontuação : 100 $75 < I_{ce} < 89\%$ Interpolar $I_{ce} < 75\%$ Pontuação : 0
$I_{te} = ice \times (VT/VC) \times 100$	i_{ce} = índice de esgotos coletados; VC = volume coletado; VT = volume tratado de esgoto.	$I_{te} > 81\%$ Pontuação: 100 $45 \leq I_{te} \leq 80\%$ Interpolar $I_{te} < 45\%$ Pontuação: 0
$I_{se} - n = \log (CT/VC) / \log (1 + t)$	n= nº. de anos de saturação sistema; VC = Volume coletado; CT = Capacidade de tratamento; t= taxa de crescimento médio anual	$N \geq 5$ Pontuação: 100 $5 > n > 0$ Interpolar $n \leq 0$ Pontuação: 0
$I_{cr} = (Duc/Dut) \times 100$	Duc = Domicílios c/ coleta de lixo; Dut = Domicílios urbanos totais.	$I_{cr} \geq 99\%$ Pontuação : 100 $95 < I_{cr} < 99\%$ Interpolar $I_{cr} < 95\%$ Pontuação : 0
I_{qr} = Critério enquadramento segundo Legislação Específica	Resolução 13/1998 – Sec. Meio Ambiente São Paulo	Cond. Adequadas Pontuação: 100 Cond. Controladas Pontuação: 50 Cond. Adequadas Pontuação: 0
$I_{sr} \quad n = \log \frac{\{(CA \times t/VL) + 1\}}{\log (1 + t)}$	CA = Capacidade restante do aterro; VL = Volume coletado de lixo; t = taxa de crescimento médio anual	$n \geq 5$ Pontuação:100 $5 > n > 0$ Interpolar $n < : 0$ Pontuação: 0
I_{vd} (Indicador de dengue) Obs: Identificado pela nº de casos	Município sem infestação nos últimos anos; Município infestado p/ <i>Aedes aegypti</i> e sem transmissão últimos 12 meses Hemorrágico	Pontuação: 100 Pontuação: 50
I_{ve} (Indicador de esquistossomose) Obs: Identificado pela nº de casos	Municípios s/caso nos últimos 5 anos Município c/ incidência anual < 1 Município c/ inc. $5 > inc \geq 1$ Município c/ incidência ≥ 5	Pontuação: 100 Pontuação: 50 Pontuação: 25 Pontuação: 0
I_{vl} (Indicador de leptospirose) Obs: Identificado pela nº de casos	Municípios s/enchentes e sem casos nos últimos 5 anos Município c/ enchente e sem casos nos últimos 5 anos Município s/ enchente e com casos nos últimos 5 anos Município c/ enchente e com casos nos últimos 5 anos	Pontuação: 100 Pontuação: 50 Pontuação: 25 Pontuação: 0
I_{qb} (Indicador de Qualidade da Água Bruta)	Superficiais Água de mananciais classificada como classe 1	Pontuação: 90

Fonte: Adaptado de Batista (2005)

Quadro 2.9 – Subindicadores secundários ou 2ª ordem, formulação, composição e pontuação (Continuação)

Subindicador de 2ª Ordem e Fórmula	Composição da Fórmula	Pontuação
I_{qb} (Indicador de Qualidade da Água Bruta)	Água de mananciais classificada como classe 2	Pontuação:80
	Água de mananciais classificada como classe 3	Pontuação: ...50
	Água de mananciais classificada como classe <= 4	Pontuação:.....0
	Águas de Poços Artesianos	80 – 100 Pontuação: 100
	Mananciais sem contaminação e sem necessidade de tratamento	52 - 79 Pontuação: 75
	Mananciais sem contaminação e com necessidade de tratamento	37 - 51 Pontuação: 50
	Mananciais com risco de contaminação	20 - 36 Pontuação: 25
		0 - 19 Pontuação: 0
$I_{dm} = \text{Disp/Dem}$	Disp = Disponibilidade de água tratável para abastecimento; Dem = Demanda (horizonte de 10 anos)	$I_{dm} > 2,0$ Pontuação: 100 $1.5 < I_{dm} < 2,0$ Pontuação: 50 $I_{dm} \leq 1,5$ Pontuação: 0
$I_{fi} = (\text{NAA/NAR}) \times 100$	$I_{fi} = 100\%$ Excelente $I_{fi} = \text{entre } 95 \text{ e } 99\%$ Ótima $I_{fi} = \text{entre } 85 \text{ e } 94\%$ Boa $I_{fi} = \text{entre } 70 \text{ e } 84\%$ Aceitável $I_{fi} = \text{entre } 50 \text{ e } 69\%$ Insatisfatória I_{fi} menor que 49% Imprópria	Pontuação: 100 Pontuação: 80 Pontuação: 60 Pontuação: 40 Pontuação: 20 Pontuação: 0
$I_{ai} = p_1 \cdot \text{critério}$	$p_1 = 0,60$ critério: com alagamento/inundação = 0,0 sem alagamento/inundação = 1,0	$I_{ai} = 0,00$ $I_{ai} = 0,60$
$I_d = p_2 \cdot \text{critério}$	$p_2 = 0,20$ critério: com defeito = 0,0 sem defeito = 1,0	$I_{ai} = 0,00$ $I_{ai} = 0,20$
$I_{rp} = p_3 \cdot \text{critério}$	$p_3 = 0,20$ critério: com pavimentação = 1,0 sem pavimentação = 0,0	$I_{ai} = 0,20$ $I_{ai} = 0,00$
$I_{sp} = 0,7 \times I_{mh} + 0,3 \times I_{mr}$	I_{mh} = Indicador relativo a mortalidade infantil ligada a doenças de veiculação hídrica; I_{mr} = Indicador relativo a mortalidade infantil e de idosos, ligadas à doenças respiratórias	Organizar resultados crescente, divididos em quartis 1º quartil = 100 pontos 2º e 3º quartil = interpolar 4º quartil = 0 pontos
$I_{rf} = 0,7 \times I_{2s} + 0,3 \times I_{rm}$	I_{2s} = Indicador de renda menor que 3 salários mínimos (referência); I_{rm} = indicador de renda média	Organizar resultados crescente, divididos em quartis 1º quartil = 100 pontos 2º e 3º quartil = interpolar 4º quartil = 0 pontos
$I_{ed} = 0,6 \times I_{ne} + 0,4 \times I_{e1}$	I_{ne} = Indicador de nenhuma escolaridade; I_{e1} = Indicador de escolaridade de primeiro grau	Organizar resultados crescente, divididos em quartis 1º quartil = 100 pontos 2º e 3º quartil = interpolar 4º quartil = 0 pontos

Fonte: Adaptado de Batista (2005)

2.3 Priorização de Investimentos em Ações de Salubridade Ambiental

Os investimentos em infra-estruturas para países em desenvolvimentos sempre têm sido um problema de proporções consideráveis. Em particular, na área ambiental, esta não tem merecido a devida consideração frente às inversões em projetos para desenvolvimento econômico, sendo até às vezes conflitantes. Não raro, ocorrem investimentos em obras estruturais com repercussões negativas ao meio ambiente.

Em termos do meio ambiente urbano, no caso do Brasil, ainda com notórias deficiências em coberturas de sistemas e redes para o saneamento ambiental, os recursos para investimento não são abundantes, mesmo que sejam bastante conhecidas as repercussões positivas na área de saúde pública. Neste contexto, a hierarquização de investimentos em saneamento ambiental se torna indispensável visando à maximização dos benefícios derivados.

Contudo, os procedimentos metodológicos para a hierarquização de investimento em saneamento ambiental não são achados com facilidade na bibliografia.

Romera e Silva (2000), faz importantes observações sobre a necessidade de implementação de ferramentas para integração entre serviços ambientais e investimentos governamentais, que levem à implementação de políticas ambientais, objetivando a contribuição para um desenvolvimento ambientalmente sustentável. Propõe ainda uma metodologia baseada indicadores ecológicos econômicos através dos quais são atribuídas Notas de Enquadramento de Situação (NES) que permitem identificar cada Situação Real Local (SRL), visando à classificação de situações para avaliação ambiental do uso da água por serviços urbanos de saneamento considerando a integração de conteúdos ecológicos e econômicos nas escalas local e regional.

Segundo Teixeira e Heller (2001), existe uma importante lacuna na sistematização de procedimentos metodológicos, sobretudo adequados às condições nacionais, para o desenvolvimento de modelos de priorização de investimentos em saneamento, com ênfase em indicadores de saúde.

A decisão acerca dos três questionamentos colocados por Teixeira e Heller (2001), “onde investir”, “em que investir” e “quanto investir” deve ser tomada em bases racionais.

Modelos de priorização de investimento em saneamento ambiental podem representar um importante instrumento de apoio à decisão do problema representado pelos três questionamentos apresentados por Teixeira e Heller (2001).

Estes autores desenvolveram um modelo de priorização de investimentos em saneamento, segundo critérios epidemiológicos, sanitários, financeiros, e sócio ambiental, aplicando-o em 36 projetos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG.

Posteriormente, Teixeira e Heller (2003) apresentaram um modelo mais simples de priorização de investimentos em saneamento, com ênfase em indicadores de saúde, construído a partir de uma combinação entre métodos de análise epidemiológica e financeira.

Neves, C. e Neves, M. (2003), propõem um procedimento metodológico para a seleção ou hierarquização de projetos de saneamento. O foco da proposta para a seleção de projetos é a condição de saúde da população a ser beneficiada. A proposta se insere no campo da análise custo-eficácia, e segue esta lógica baseando-se na relação entre benefício, medido através de um indicador e o custo medido monetariamente. Para isso sugerem um indicador denominado DALY - *Disability Adjusted Life-Years*, desenvolvido para a área de saúde pública (MURRAY, 1996 *apud* NEVES, C.; NEVES, M., 2003).

Alguns critérios de priorização podem ser encontrados em textos de relatórios de estudos e projetos para intervenções em saneamento básico. Baseiam-se normalmente em critérios ambientais, financeiros, sociais e epidemiológicos.

A Fundação Nacional de Saúde /Ministério da Saúde na Portaria nº 151 de 20/02/2006, em seu Art. 3º estabelece que os critérios de prioridade são, essencialmente, indicativos, devendo a FUNASA/Ministério da Saúde quando da priorização das ações, observar as condições específicas da execução dos projetos, a sustentabilidade, variação dos indicadores de saúde e outras questões relativas à viabilidade técnica dos projetos apresentados e o interesse público.

Os critérios e procedimentos básicos estabelecidos pela FUNASA/Ministério da Saúde são fundamentados em dados de saneamento básico e indicadores de saúde que visam ampliar e aprimorar os parâmetros de atuação da Instituição nas ações de saneamento. Buscam maior eficiência na aplicação de recursos financeiros e maiores impactos das ações na qualidade de vida e de saúde da população brasileira. Ainda na Portaria nº 151/2006, as ações de saneamento seguem as diretrizes definidas pela Resolução nº 322/03 do Conselho Nacional de Saúde e a atuação será, prioritariamente, em municípios com população de até 30 mil habitantes, observando critérios epidemiológicos e sanitários e com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), bem como aqueles definidos como prioritários pelo Programa Fome Zero do Governo do Federal.

A metodologia deste trabalho envolve a proposição de um subindicador de condições de moradia, que agregado a outros subindicadores específicos que compõem o ISA/JP deram origem ao ISA/JP1. Refere-se também ao desenvolvimento de modelos para a alocação de benefícios em saneamento considerando a priorização das possíveis implantações dos investimentos.

3.1 Proposição de um Subindicador de Condições de Moradia para as Comunidades Periurbanas

Para definir a estruturação do subindicador de condições de moradia dos domicílios, buscaram-se informações para fundamentar a sua proposição através de uma revisão bibliográfica de estudos referente a esta temática. Assim, partindo desta fundamentação teórica, definiu-se como principais variáveis norteadoras para avaliar a higidez dos domicílios os seguintes grupos:

- Condições físicas e tipologia construtiva das habitações;
- Condições sanitárias das habitações;
- Espaço interno dos domicílios.

No grupo das condições construtivas levou-se em consideração os tipos dos materiais empregados na construção da moradia como, material utilizado no revestimento das paredes, do piso e da cobertura. Com relação às condições sanitárias foi observada a existência de fatores que contribuem para a higiene do domicílio e de seus ocupantes, tais como lavatório, bacia sanitária, chuveiro, bidê ou duchinha, cozinha com pia e banheiro. Quanto ao espaço interno, a atenção foi dada à adequação dos espaços habitáveis por números de ocupantes.

Definidas as variáveis que compoem o indicador de condições de moradia – Icm, bem como toda sua estruturação, se faz necessário consolidar e avaliar a proposta, quanto aos pesos dos diversos subindicadores. Para isso utilizou-se o método de especialistas chamado *Delphi*.

O método *Delphi* é um modelo simplificado de comunicação, de análise subjetiva e um importante método de prospecção, cuja técnica consiste na busca de um consenso de opiniões de um grupo de especialistas (PRESTES, 2004).

É especialmente recomendável quando o julgamento subjetivo de um grupo é necessário para resolver um problema. Porém, seu uso tem sido ampliado para incorporar a busca de idéias e estratégias para a proposição de políticas organizacionais mais gerais, caracterizando-se como um instrumento de apoio à decisão e à definição de políticas (WRIGHT, 2000 *apud* LEMOS, 2004, p.3), no qual neste último, enquadra-se esta proposta de estudo.

Para aplicação da técnica *Delphi* foram consultados 12 especialistas de áreas ligadas ao saneamento, urbanismo, arquitetura e construção. Para cada profissional foi apresentada uma descrição detalhada da metodologia, seus objetivos e a importância de cada variável para a salubridade do ambiente, interno e externo, e a apresentação de um exemplo de aplicabilidade.

Após a aplicação do método *Delphi* foram realizados os ajustes de acordo com as recomendações relevantes dos profissionais consultados, sob a ótica do objetivo principal, segundo apontado pela técnica com relação aos valores atribuídos aos subindicadores de 2ª e 3ª ordem que compõe o subindicador de condições de moradia, assim como definida na metodologia deste subindicador.

Propõe-se em seguida, a inserção deste subindicador de condições de moradia no modelo ISA/JP, que agrega outros subindicadores específicos relativos ao saneamento básico, saúde pública e fatores socioeconômicos. Forma-se um novo sistema de indicadores para avaliação da salubridade ambiental das comunidades periurbanas, com base não só nas condições externas à moradia.

3.1.1 O Modelo do Subindicador de Condições de Moradia – Icm

O Subindicador de Condições de Moradia, o Icm, depende de duas variáveis: Subindicador de Densidade Habitacional (I_{dh}) e Subindicador de Qualidade Habitacional (I_{qh}). Estes subindicadores específicos também são chamados de subindicadores de 2ª ordem.

Cada subindicador de 2ª ordem aborda questões particulares acerca do tópico que está sendo analisado e tem formulação específica utilizando para isso, subindicadores de 3º ordem. Através destes parâmetros pode-se avaliar quantitativamente e qualitativamente as condições de habitabilidade da moradia.

O valor do Icm é obtido através da expressão (7), podendo variar de 0 (condições mais desfavoráveis possíveis) a 1 (condições muito boas de moradia).

$$I_{cm} = \frac{I_{dh} + I_{qh}}{2} \quad (7)$$

Onde:

I_{dh} – Subindicador de Densidade Habitacional;

I_{qh} – Subindicador de Qualidade Habitacional.

- *Subindicador de Densidade Habitacional (I_{dh})*

O Subindicador de Densidade Habitacional tem a função de avaliar a concentração populacional (densidade) por unidade habitacional. Para sua determinação deve-se considerar as informações específicas da temática, os valores atribuídos referentes às condições apresentadas, conforme mostra os Quadros 3.1, 3.2 e 3.3, e a expressão (8).

$$I_{dh} = \frac{I_{qm} + I_{am} + I_{bm}}{3} \quad (8)$$

Onde:

I_{qm} – Subindicador de número de quartos/número de moradores;

I_{am} – Subindicador de área construída/número de moradores;

I_{bm} – Subindicador de número de banheiros/número de moradores.

Quadro 3.1 – Valores da condição número de quartos /número de moradores

Condição	Valores
Se $I_{qm} = 1,0$	1
Se $1,0 > I_{qm} \geq 0,5$	0,75-0,5
Se $0,5 > I_{qm} \geq 0,33$	0,5-0,25
Se $I_{qm} < 0,33$	0,25-0

Quadro 3.2 – Valores da condição área construída/ número de moradores

Condição	Valores
Se $I_{am} \geq 20,0$ (m ² /ha)	1
Se $20,0$ m ² /hab $> I_{am} \geq 15,0$ (m ² /hab)	0,75-0,5
Se $15,0$ m ² /hab $> I_{am} \geq 10,0$ (m ² /hab)	0,5-0,25
Se $I_{am} < 10,0$ (m ² /hab)	0,25-0

Quadro 3.3 – Valores da condição número de banheiros/número de moradores

Condição	Valores
Se $I_{bm} \geq 0,5$	1
Se $0,33 \geq I_{bm} \geq 0,25$	0,75-0,5
Se $I_{bm} \geq 0,2$	0,5-0,25
Se $I_{bm} < 0,2$	0,25-0

- *Subindicador de Qualidade Habitacional (I_{qh})*

O Subindicador de Qualidade Habitacional tem a função de avaliar a qualidade da habitação, através dos elementos físicos infra-estruturais. A determinação da qualidade habitacional é obtida pela expressão (9):

$$I_{qh} = \frac{I_{rc} + I_{ies}}{2} \quad (9)$$

Onde:

I_{rc} – Subindicador de revestimento e coberta;

I_{ies} – Subindicador de infra-estrutura sanitária.

O Subindicador de 3ª ordem I_{rc} , avalia as condições de revestimentos dos componentes da moradia como: parede, piso e coberta. Seu valor é obtido através da expressão (10) e pelos pesos do Quadro 3.4:

$$I_{rc} = \frac{I_{mpi} + I_{mpa} + I_{mco}}{3} \quad (10)$$

Onde :

I_{mpi} – Subindicador relativo ao material utilizado no piso;

I_{mpa} – Subindicador relativo ao material utilizado na parede;

I_{mco} – Subindicador relativo ao material utilizado na coberta.

Quadro 3.4 – Critérios e valores referentes às condições de revestimento e coberta

Piso	Parede	Coberta	Valores
Cerâmica ou similar	Reboco ou cerâmica	Forrado (laje, pvc, gesso, ou madeira)	1,0
Cimentado (liso ou grosso)	Sem revestimento	Telha aparente (cerâmica, amianto, alumínio)	0,5
Sem revestimento (terra ou barro compactado)	Material alternativo (barro)	Material. Alternativo (plástico, folhas secas ou papelão, etc)	0,0
Misto*	Misto*	Misto*	Média dos valores das opções

(*) No caso da residência apresentar em seus diversos cômodos, dois ou mais materiais no revestimento do piso ou parede e na coberta.

O Subindicador de 3ª ordem I_{ies} , avalia a existência dos componentes da estrutura sanitária de uma moradia. Seu valor é obtido das expressões (11) e (12) e pesos pertinentes, conforme os Quadros 3.5; 3.6; 3.7 e 3.8:

$$I_{ies} = \frac{I_{ec} + I_{ep} + I_{eb}}{3} \quad (11)$$

Onde:

I_{ec} – Subindicador de existência de cozinha;

I_{ep} – Subindicador de existência de pia na cozinha;

I_{eb} – Subindicador de existência de banheiro.

No qual, tem-se:

$$I_{eb} = \frac{\text{bacia sanitária} + \text{chuveiro} + \text{lavatório} + \text{bidê ou ducha}}{4} \quad (12)$$

Quadro 3.5 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência de cozinha, banheiro e pia

Cozinha	Pia	Banheiro	Valores
Existência	Existência	Existência*	1,0
Inexistência	Inexistência	Inexistência	0,0

(*) Caso exista banheiro o peso deste subindicador é correspondente à média simples dos aparelhos sanitários existentes, conforme a equação (11).

Quadro 3.6 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência de bacia sanitária e chuveiro

Bacia sanitária	Chuveiro	Valores
Existência em banheiro interno	Existência em banheiro interno	1,125
Existência em banheiro externo	Existência em banheiro externo	0,5
Inexistência	Inexistência	0,0

Quadro 3.7 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência lavatório

Lavatório	Valores
Existência em banheiro Interno	1,0
Existência em banheiro externo	0,5
Inexistência	0,0

Quadro 3.8 – Critérios e valores referentes às condições de infra-estrutura sanitária: existência bidê ou duchinha

Bidê ou Duchinha Higiênica	Valores
Existência em banheiro Interno	0,75
Existência em banheiro externo	0,5
Inexistência	0,0

3.2 Estruturação do Indicador de Salubridade Ambiental de Comunidades Periurbanas– ISA/JP1

Para o desenvolvimento do modelo ISA/JP1, o ISA/JP caracteriza-se como ponto de partida, visando o estabelecimento de um novo instrumento de avaliação das condições de salubridade ambiental, que contemple um subindicador referente às condições de moradia com maior capacidade de descrição do que o referido no modelo ISA/OE.

O ISA/JP1 adequa-se para avaliação da salubridade ambiental de conjuntos populacionais não convencionais, tais como comunidades periurbanas ou de ocupações espontâneas. Nestes casos a avaliação das condições de moradia é um item de importância, visto que as habitações destes conjuntos populacionais geralmente apresentam deficiências notórias, tanto relativas às condições construtivas como sanitárias.

Assim, o ISA/JP1 é expresso pela média ponderada de indicadores específicos, com avaliação de atributos não apenas quantitativos, mas também qualitativos e da condição da gestão dos sistemas pertinentes. Sua composição é dada pela expressão (13) e seu valor varia de 0 a 1.

$$ISA/JP1 = 0,20Iab + 0,20Ies + 0,15Irs + 0,10Icv + 0,10Irh + 0,10Idu + 0,10Icm + 0,05Ise \quad (13)$$

É evidente que a formulação de cada subindicador de 1ª e 2ª ordem que compõe o ISA/JP1 é a mesma do ISA/JP, exceção feita ao Icm descrito no item anterior.

As ponderações de cada subindicador que compõe o ISA/JP1 (Iab, Ies, Irs, Icv, Irh, Idu, Icm e Ise) foram alteradas, considerando-se a coerência da distribuição dos pesos sugeridos nos modelos ISA/OE, ISA/JP e ISA (CONESAN). Todos os subindicadores de 1ª e 2ª, suas descrições, finalidades, formulações e pontuações pode ser visto de forma sintética nos Quadros 2.8 e 2.9, exceto para o subindicador de condições de moradia, Icm, pois este foi descrito anteriormente no item 3.1.1.

Batista (2005) propôs a partir de adaptações do ISA/OE, faixas numéricas de classificação, às quais se atribuíram situações de salubridade ambiental, o que permitiu não se deter apenas a mensuração numérica. No entanto, devido às necessidades deste presente estudo, foi estabelecida uma outra proposta de classificação da performance da salubridade ambiental, inserindo uma nova situação, a Salubridade Aceitável, conforme apresentado no Quadro 3.9. A Proposição desta nova faixa de classificação é justificada pelo amplo intervalo da situação Salubre apresentada no modelo ISA/JP. Para restringir o alcance da situação Salubre foi reduzido seu intervalo incorporando a nova faixa já mencionada.

Quadro 3.9 – Situação de salubridade ambiental por faixa de situação (%)

Situação da Salubridade Ambiental	Pontuação do ISA/JP1
Insalubre	0 – 25,50
Baixa salubridade	25,51 – 50,50
Média salubridade	50,51 – 75,50
Salubridade Aceitável	75,51 – 90,00
Salubre	90,01 – 100,00

3.3 Proposição de Metodologias para Priorização de Investimentos em Saneamento

Um dos objetivos deste trabalho de dissertação é a proposição de metodologias para a priorização de investimentos nas localidades a fim de melhorar suas condições de salubridade ambiental, intervindo na abrangência das variáveis subindicadoras que compõem o ISA/JP1 e dessa forma buscando otimizá-lo.

Neste item, busca-se o estabelecimento de procedimentos metodológicos para a priorização de investimentos que possibilitem a melhor tomada de decisão quanto às intervenções a serem feitas, visando o aumento da salubridade ambiental. No caso, seriam benefícios passíveis de implantação, correspondentes a investimentos em medidas estruturais, coincidindo com as prioridades intrínsecas dos modelos ISA/OE e ISA/JP.

Com este intuito, definem-se os benefícios passíveis de implantação imediata e com maiores impactos na salubridade ambiental como os relativos a abastecimento d'água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. Propõe-se então, um indicador auxiliar relativo ao Saneamento Básico, denominado I, como instrumento primário das metodologias descritas neste capítulo.

Visa-se a elaboração de metodologias de priorização de investimentos de projetos, que se inserem no setor de saneamento básico de forma integrada.

3.3.1 Desenvolvimento do Indicador de Saneamento Básico – I

O indicador ISA/JP1, no seu formato aqui explicitado, trata-se de uma combinação linear de variáveis ou subindicadores representantes da qualidade de sub-componentes. Deste modo, o ISA/JP1 pode ser visto como uma função “*f*” definida como se segue:

$$\text{ISA/JP1} = f(\text{Iab, Ies, Irs, Idu, Icv, Irh, Icm, Ise}) \quad (14)$$

Nota-se que as quatro primeiras variáveis, representantes do abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, são definidas no Projeto de Lei nº 5.296/05, como o saneamento básico (BRASIL, 2005). Refere-se o saneamento básico, ao conjunto de serviços e ações, com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbano e rural.

No modelo ISA/JP1, estas variáveis são contempladas pelos maiores coeficientes lineares, ou sejam, um pequeno acréscimo em pelo menos uma destas variáveis produzirá um maior incremento no ISA/JP1.

As outras variáveis, embora evidentemente contribuam positivamente com o indicador ISA/JP1, não provocam impactos pelo menos semelhante, ao receberem iguais incrementos.

As quatro primeiras variáveis, referentes ao saneamento básico, representam projetos de intervenção na área de engenharia sanitária. A implantação destes projetos, após a devida colocação em operação, gera imediatamente impactos positivos, diferentemente dos relativos aos temas das outras variáveis que são de respostas lentas ou de aplicação distribuída. Ou seja, ações de melhoria de renda, por exemplo, são certamente intervenções com respostas obtidas de médio a longo prazo, após o início da adoção de uma política de melhoria e distribuição de renda.

É evidente que uma melhoria nas condições de saneamento básico, implicará em melhorias em outros aspectos da salubridade ambiental como os de saúde pública, representadas pelo indicador Icv.

O indicador ISA/JP1 pode ser entendido como uma soma de dois outros indicadores, sendo um referente ao saneamento básico e o outro referente às variáveis complementares ou descritivas das condições de saúde pública, habitacionais e socioeconômicas. Na verdade, este último refere-se a medidas administrativas ou não estruturais.

Destarte, pode-se escrever o ISA/JP1 na seguinte forma:

$$\text{ISA/JP1} = I + I_c \quad (15)$$

Onde, I é o Indicador de Saneamento Básico na forma:

$$I = (0,20I_{ab} + 0,20I_{es} + 0,15I_{rs} + 0,10I_{du}) \quad (16)$$

e I_c é o Indicador de Variáveis Complementares,

$$I_c = (0,10I_{cv} + 0,10I_{rh} + 0,10I_{cm} + 0,05I_{se}) \quad (17)$$

Deve ser notado que o I é parcela do ISA/JP1, no que concerne às variáveis referentes ao saneamento básico, conforme preconizado no Projeto de Lei nº. 5.296/05 que institui as Diretrizes para os Serviços Públicos de Saneamento e a Política Nacional de Saneamento Básico – PNS (BRASIL, 2005).

3.3.2 Modelos para Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1

3.3.2.1 Modelo Simples baseado nas Prioridades do ISA/JP1

A premissa fundamental para a hierarquização das ações é: a prioridade se dá na ordem decrescente numérica dos coeficientes lineares dos subindicadores relativos ao saneamento básico. Os benefícios contemplados para se intervir representam as variáveis subindicadoras que compõem o I (Indicador de Saneamento Básico): I_{ab} (Subindicador de Abastecimento de Água), I_{es} (Subindicador de Esgotamento Sanitário), I_{rs} (Subindicador de Resíduos Sólidos) e I_{du} (Subindicador de Drenagem das Águas Pluviais).

Assim, ter-se-ia a prioridade máxima para os projetos referentes ao benefício B1 que seria definido com primazia e os outros (B2, B3 e B4) seguiriam uma ordem decrescente de preferência. Ou seja, a priorização se dá de acordo com os graus de importância atribuídos aos benefícios para o conjunto das comunidades. A Figura 3.1 ilustra a ordem de prioridade de cada sistema componente do saneamento básico.

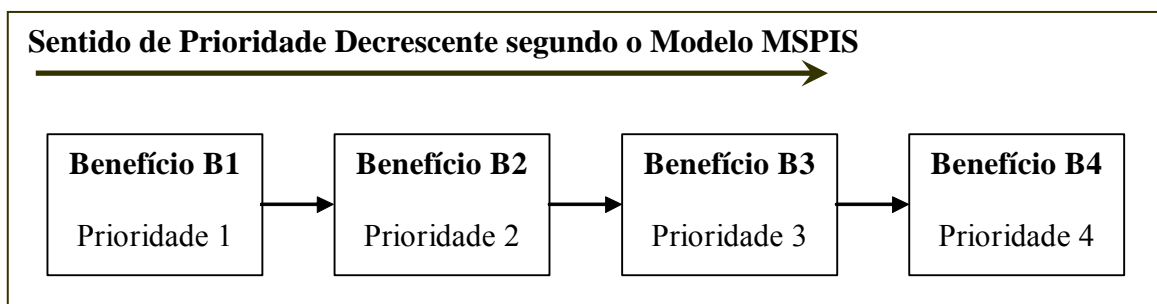


Figura 3.1 – Fluxo das prioridades de investimentos em saneamento básico, segundo o Modelo MSPIS.

Neste modelo, denominado MSPIS (Modelo Simplificado para Priorização de Investimentos em Saneamento), sugerem-se cenários de intervenções cumulativas considerando-se a preexistência de benefícios que neste caso não são alocáveis.

Portanto, a construção dos cenários se dá cumulativamente, seguindo a prioridade estabelecida, da maneira seguinte:

- Cenário I: Implantação do benefício de prioridade 1;
- Cenário II: Implantação do benefício de prioridade 1 + benefício de prioridade 2;
- Cenário III: Implantação do benefício de prioridade 1 + benefício de prioridade 2 + benefício de prioridade 3;
- Cenário IV: Implantação do benefício de prioridade 1 + benefício de prioridade 2 + benefício de prioridade 3 + benefício de prioridade 4.

A alocação dos investimentos considerando estes cenários deve ser feita por meio de simulações da implantação das intervenções, lançando-se os valores dos investimentos para implantação dos projetos específicos e calculando-se os indicadores I e ISA/JP1 resultantes.

O produto deste modelo indica as melhores alternativas de investimentos no conjunto dos benefícios priorizados, de forma que os gestores públicos possam selecionar a opção mais adequada entre os cenários, segundo a disponibilidade de recursos financeiros e a prioridade administrativa (por exemplo, a existência de outros programas de intervenções).

3.3.2.2 Modelo de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1 e na técnica da Programação Linear

A metodologia agora empregada para otimizar o ISA/JP1, priorizando benefícios nas comunidades segundo critérios pré-definidos apresentado a seguir, abrange a utilização de um modelo matemático de programação linear (PL).

A programação linear é uma técnica de otimização bastante aplicada nas rotinas diárias do planejamento das mais diversas empresas e áreas, permitindo maximizar os lucros ou minimizar os custos em situações nas quais temos diversas alternativas de escolha sujeitas a algum tipo de restrição ou regulamentação (PRADO, 1999).

Conforme Prado (1999), a estratégia da PL é resolver o problema de otimização através da transformação das características do problema em um modelo abstrato matemático, que nada mais é do que um conjunto de equações matemáticas.

A estrutura do modelo, denominado MPIS/PL, é constituída de uma função objetivo e de um conjunto de restrições, que fazem referência às variáveis do problema.

De uma forma sucinta, um problema de programação linear é um problema de otimização onde a função objetivo é linear, as restrições são inequações ou equações lineares.

Na forma de programação linear inteira mista, trata-se de problemas de programação linear onde as variáveis podem ser contínuas ou discretas. Pode ser descrito da seguinte maneira:

$$\text{Minimize ou Maximize } C_1^t x + C_2^t y$$

$$\text{Sujeito à: } Ax + By \leq, = \text{ ou } \geq b$$

$$\text{Onde } C_1 \in \mathbb{R}^n \quad C_2 \in \mathbb{R}^p \quad x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{e } y_j = \{0, 1\} \quad j = 1, 2, \dots, p$$

A e B são as matrizes dos coeficientes tecnológicos; A tem n colunas e B tem p colunas; as linhas de A e B são iguais ao número de restrições do problema.

Isto posto, o problema tratado neste item, refere-se à hierarquização de investimentos em saneamento básico. Para isto o modelo ISA/JP1 é utilizado lançando-se mão de um modelo de programação linear para as variáveis subindicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana. Este conjunto de subindicadores compõe a variável auxiliar I, já definida na equação (16).

Com relação à avaliação da performance da salubridade ambiental, no caso referente à parcela correspondente aos serviços de saneamento básico, tem-se no Quadro 3.10 os valores das faixas de situação para o ISA/JP1 e do I, sendo que a última coluna foi estabelecida através de um percentual relativo das faixas de situação do ISA/JP1.

Quadro 3.10 – Enquadramento das situações relativas às faixas de performance da Salubridade Ambiental (ISA/JP1) e do Saneamento Básico (I)

Situação da Salubridade Ambiental	Pontuação	
	ISA/JP1	I
Insalubre	0 – 25,50	0 – 16,57
Baixa salubridade	25,51 – 50,50	16,58 – 32,82
Média salubridade	50,51 – 75,50	32,83 – 49,07
Salubridade Aceitável	75,51 – 90,00	49,08 – 58,50
Salubre	90,01 – 100,00	58,51 – 65,00

O modelo de programação linear procura maximizar o indicador ISA/JP1 da cidade, do bairro, do setor ou comunidade, considerando um conjunto de variáveis restritivas de naturezas diversas.

As restrições consideradas são: um valor mínimo aceitável adotado para o ISA/JP1, os valores das intervenções não alocáveis (no caso de pré-existência) nas comunidades obtidos com a aplicação do ISA/JP1, os valores financeiros destes possíveis investimentos e os pesos relativos das variáveis subindicadoras do indicador de saneamento básico (I). Uma outra restrição é a referente à lógica de implantação de projetos de saneamento: projeto de esgotamento sanitário somente deverá ser alocado caso já exista sistema de abastecimento de água ou sejam conjuntamente alocados.

Para resolvê-lo, o problema foi estruturado com o cumprimento das seguintes etapas:

- I) *Definição das variáveis do problema;*
- II) *Definição da função objetivo;*
- III) *Definição do conjunto de restrições.*

A estrutura do modelo é mostrada detalhadamente a seguir:

I) Definição das variáveis do problema

As variáveis consideradas são as do saneamento básico, referidas ao conjunto que compreende os benefícios: abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais.

Assim, tem-se:

$A = (1, 2, \dots, k)$ um conjunto de comunidades (índice j) ou centros urbanos considerados para a recepção dos “ s ” benefícios.

$B = (1, 2, \dots, s)$ um conjunto dos benefícios (índice i) possíveis de serem implantados nas “ k ” comunidades.

Onde,

$$I_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o benefício "i" for alocado na comunidade "j"} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$I_j = I \text{ da comunidade "j"}$$

No qual,

I_{ij} – Subindicador referente ao benefício “i” alocado na comunidade “j”;

I_j – I (Indicador de Saneamento Básico) da comunidade “j”.

II) Definição da função objetivo

Objetivo:

Maximizar I priorizando as comunidades mais populosas.

Função Objetivo:

$$F = \sum_{j=1}^k p_j I_j \quad (18)$$

No qual temos,

$$p_j = \frac{n_j}{\sum_{j=1}^k n_j} \quad (19)$$

Onde:

n_j – População da comunidade “j”;

p_j – Coeficiente da comunidade “j” relativo à população total;

k – número de comunidades consideradas no problema.

III) Definição do conjunto de restrições

1ª Restrição:

O custo total da implantação dos benefícios deve ser no máximo um valor fixado.

$$C = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k C_{ij} I_{ij} \quad (20)$$

Onde:

C_{ij} – Custo de implantação do benefício “ i ” na comunidade “ j ”;

s – número de benefícios considerados no problema.

2ª Restrição:

As intervenções devem proporcionar, no mínimo, um estado de Média Salubridade a cada comunidade.

$$I_j \geq 0,328 \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (21)$$

O valor mínimo adotado para o I_j considerado equivalente à soma dos pesos das variáveis de saneamento básico incidindo sobre o valor da faixa de enquadramento com Média Salubridade.

3ª Restrição:

Composição do I :

$$I_j = \sum_{i=1}^s c_i I_{ij} \quad (22)$$

Onde:

c_i – Peso relativo à importância do benefício “ i ” incidente nas variáveis subindicadoras.

Deve ser observado que o I_{ij} assume valor da variável auxiliar W_{ij} nos casos onde já existe uma condição aceitável (sistema já implantado de um dos benefícios) refletindo assim, em valores das variáveis subindicadoras referentes aos benefícios pertinentes já implantados.

4ª Restrição:

Quando a variável I_{ij} assumir valor da variável auxiliar, W_{ij} , as frações dos benefícios já instalados devem ter suas participações na função I .

$$W_{ij} = f_{ij} I_{ij} \quad (23)$$

Onde:

f_{ij} – Fração do benefício “ i ” já instalado na comunidade “ j ”.

5ª Restrição:

Para esta restrição foi estabelecido que apenas as comunidades em que existe abastecimento de água poderão ser contempladas com sistema de esgotamento sanitário.

$$I_{1j} \geq I_{2j} \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (23)$$

Onde:

I_{1j} – Indicador de Abastecimento de Água na comunidade “ i ”;

I_{2j} – Indicador de Esgotamento Sanitário na comunidade “ j ”.

4.1 Seleção da Área de Estudo

Em grande parte, a seleção da área de estudo deu-se em função da constatação do interesse público voltado para algumas comunidades da Bacia do Baixo Curso do Rio Gramame, visto que neste momento está sendo implantada a AGENDA 21 Local do Baixo Gramame, conforme expõe o Decreto n.º 5.577/06 de 13 de Janeiro de 2006 da Prefeitura Municipal de João Pessoa, visando promover um desenvolvimento economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto, por meio de ações que visem melhorar a qualidade ambiental, a geração de benefícios socioeconômicos, políticos e educacionais para as comunidades e conseqüentemente para o Município (PARAÍBA, 2006).

A AGENDA 21 é um processo voltado para a identificação, implementação, monitoramento e ajuste, de um programa de ações e transformações, em diversos campos da sociedade. Possibilita a identificação dos cenários desejados e possíveis, cuja concretização passa pela pactuação de princípios, ações e meios entre os diversos atores sociais, no sentido de aproximar o desenvolvimento de uma dada localidade, região ou país, aos pressupostos e princípios da sustentabilidade ao desenvolvimento humano. É um planejamento do futuro com ações concretas a curto, médio e longo prazo; com metas, recursos e planejamento estratégico e participativo entre governo e a sociedade (BORN, 1998, 1999 *apud* KOHLER, 2003).

Os outros motivos agregados para justificar a seleção desta área foi devido a possível carências destas comunidades quanto aos serviços de infra-estrutura urbana, somando-se ao fato que trata-se de uma área de preservação ambiental, bem como de revitalização dos Rios Gramame e Mumbaba, sítios arqueológicos e patrimônios histórico-cultural.

A área de estudo compreende as comunidades de Gramame, Engenho Velho, Mumbaba de Baixo, Colinas do Sul e Mituaçu, esta última localizada ao norte do município do Conde e as outras, ao sul do município de João Pessoa, todas inseridas na porção inferior da Bacia do Rio Gramame, conhecida como o Baixo Gramame. Oficialmente, assim como consta no Decreto n.º 5.577/06, apenas as comunidades de Gramame e Engenho Velho são alvo da implantação da AGENDA 21 Local. No entanto, as comunidades de Colinas do Sul e Mituaçu são beneficiadas pela sua proximidade com as outras comunidades e pelos interesses mútuos

dos envolvidos nesta estratégia de ação (comunidade, OSCIP's, Prefeitura, etc). Mumbaba de Baixo é a única comunidade que não é contemplada na AGENDA 21 Local.

4.2 Caracterização das Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame

A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame é a mais importante e estratégica da região litorânea da Paraíba. Abriga o reservatório fluvial Gramame-Mamuaba que abastece a grande João Pessoa (cidades de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux) e parte de Santa Rita. Situa-se na região litorânea Sul, próxima à capital do Estado da Paraíba, João Pessoa, entre as latitudes 7°11' e 7°23' Sul e as longitudes 34°48' e 35°10' Oeste. Abrange os municípios de Alhandra, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Santa Rita, São Miguel de Taipú e Pedras de Fogo (PARAÍBA, 2000). Na Figura 4.1 pode ser verificada a localização da Bacia do Rio Gramame no mapa do estado da Paraíba.

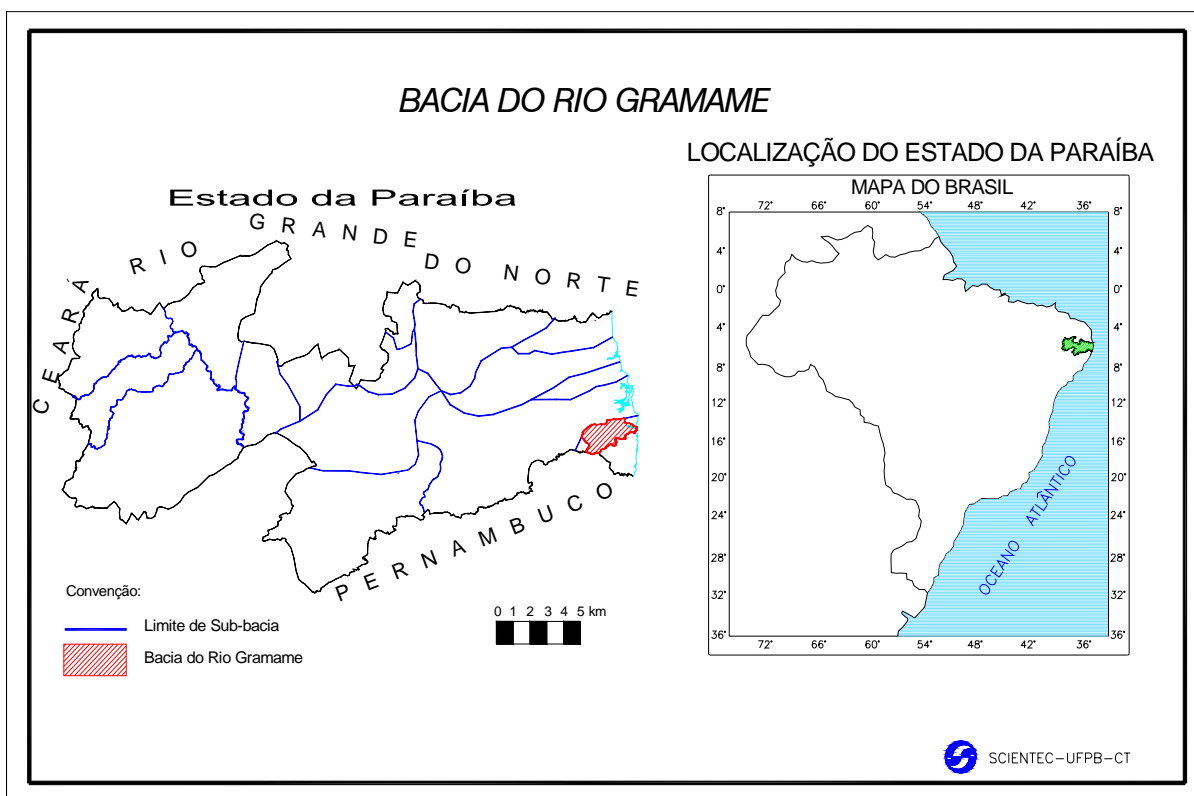


Figura 4.1 – Localização da Bacia do Rio Gramame no estado da Paraíba

A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame apresenta algumas particularidades, como o alto grau de exploração antrópica frente às outras bacias litorâneas do Estado. Dentre estas explorações destaca-se a ocupação para fins habitacionais. Estas ocupações, afóra as sedes

municipais de Pedras de Fogo, Conde e João Pessoa, esta última em parte da bacia, são de pequenas comunidades de residências, construções simples, assentadas em áreas rurais.

Entre estas ocupações encontram-se as destacadas neste trabalho, agrupamentos habitacionais inseridas na região do Baixo Curso do Rio Gramame, que abrigam as comunidades de Colinas do Sul, Gramame, Engenho Velho e Mumbaba de Baixo. Estas estão localizadas ao sul da sede municipal de João Pessoa, e Mituaçu ao norte da sede do Conde. O espaço territorial que elas ocupam é uma zona de transição entre o meio urbano e o rural. Desenvolvem-se atividades agrícolas e/ou pecuárias nestas áreas, a despeito da relativa proximidade das malhas urbanas das sedes municipais de João Pessoa e Conde. São denominadas como periféricas ou periurbanas. Na Figura 4.2, pode-se ver a localização das comunidades periurbanas inseridas no mapa da Bacia do Rio Gramame.

As comunidades estão assentadas em ambientes onde não são raras porções remanescentes de Mata Atlântica, relevo ondulado, com ocorrências freqüentes de nascentes de córregos, árvores frutíferas compondo paisagens diversificadas.

São comunidades com notória carência de serviços públicos, notadamente referentes ao saneamento, além de outras especificidades presentes como:

- Ocupação territorial em geral feita de forma espontânea;
- Comunidades com grande predominância de trabalhadores de baixa renda;
- Maioria de empregos informais e temporários;
- Baixo grau de escolaridade;
- Precariedade de serviços públicos e infra-estrutura.

A população total das comunidades foi estimada em 7.334 habitantes. O Quadro 4.1 resume os dados relativos às populações destas comunidades, o número de domicílios e a taxa ocupacional por domicílio, obtidos de pesquisa direta feita em campo.

Quadro 4.1 – Dados de população, número de domicílios e taxa ocupacional por domicílio em cada comunidade.

Comunidades	População Estimada	Domicílios Existentes	Taxa Ocupacional
Mumbaba de Baixo	1.231	302	4,08
Gramame	450	118	3,81
Mituaçu	854	220	3,88
Colinas do Sul	3.935	953	4,13
Engenho Velho	864	230	3,76

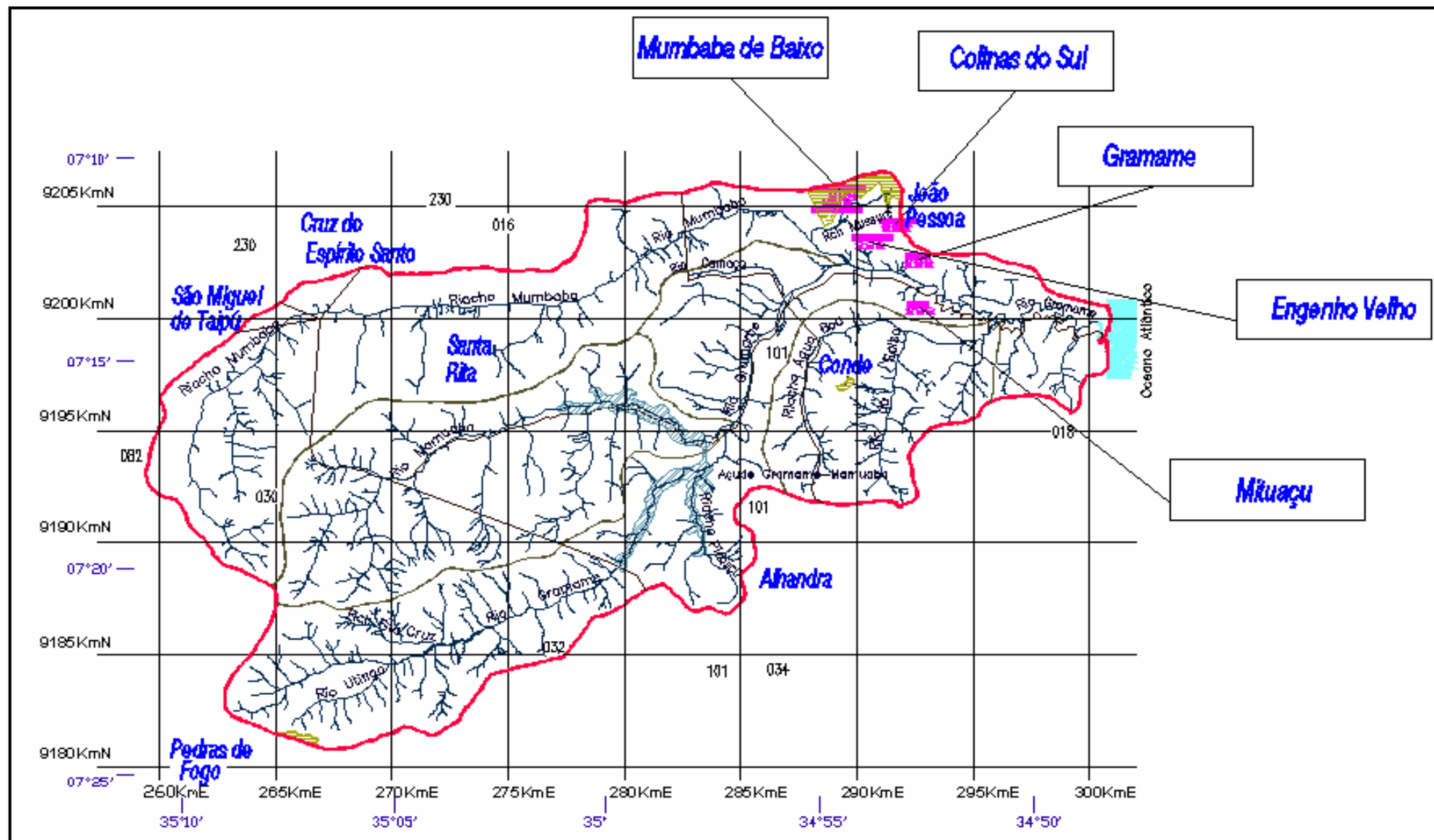


Figura 4.2 – Localização das comunidades periurbanas da Bacia do Rio Gramame

4.3 Levantamento das Informações para Aplicação do ISA/JP1 e Alocação dos Benefícios

As informações necessárias para a aplicação do modelo ISA/JP1 foram pesquisadas, tratando-se de dados econômicos, demográficos, ambientais, saneamento ambiental, disponibilidade de qualidade hídrica, saúde pública, educação e renda junto às fontes institucionais responsáveis.

As instituições consultadas foram as Prefeituras Municipais; Autarquia Municipal de Limpeza Urbana - EMLUR; Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA; Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde; Fundação Nacional de Saúde - FUNASA e Unidades Locais do Programa de Saúde da Família - PSF.

Outro meio para extrair as informações foram as bases de dados estatísticos do Censo Demográfico (2000) realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e o Anuário Estatístico da Paraíba (2000-2003) realizado pelo Instituto de Desenvolvimento Estatístico Municipal e Estadual – IDEME.

Complementarmente, no caso das informações pertinentes à moradia e às comunidades, onde não se obteve os dados nas instituições, foram realizados levantamentos por meio de pesquisa direta junto aos moradores, referentes aos seus domicílios e as vias públicas. Para tanto, aplicaram-se questionários no número máximo possível de domicílios, tendo-se sempre o cuidado de obedecer à quantidade mínima exigida na norma regulamentadora de planos de amostragem prescrita pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (Norma 5426/1985).

Especificamente, nas comunidades Engenho Velho e Mituaçu, os dados de qualidade da água bruta e distribuída, para o cálculo do I_{fi} e I_{qa} , não eram disponíveis nas instituições públicas. Para transpor este obstáculo realizaram-se coletas e análises de águas das comunidades, nas fontes provedoras que atendiam maiores conjuntos de moradores.

Para a avaliação das condições de drenagem das ruas destas comunidades por meio do Idu foram necessários os mapas das localidades, a fim de extrair as características das ruas e auxiliar no diagnóstico quanto à existência ou não de defeitos, alagamentos e pavimentação.

Em relação aos mapas, excetuando Mituaçu, há uma base georreferenciada digital. No caso do Conde, na ausência do mapa, foi necessário realizar um levantamento topográfico com os profissionais do setor de topografia da UFPB. As informações (distância, altimetria e ângulos) foram capturadas pelo teodolito digital, posteriormente as mesmas foram migradas para o software DATAGEOSIS a fim de gerar o mapa.

Os dados da situação das ruas foram levantados em campo, analisando rua por rua quanto à existência ou não de pavimentação, defeitos e alagamento/inundação.

A última informação captada para o cálculo do Idu foram os pesos dos subindicadores específicos relacionados ao Idu. Para tanto, empregou-se um procedimento de avaliação subjetiva, que utiliza a população como sujeita e não como objeto de investigação. Foi aplicada técnica participativa de consulta junto aos moradores, para através da consulta chegar-se aos valores dos pesos dos três parâmetros contemplados no Idu, conforme a metodologia do Idu do modelo ISA/JP.

Outro procedimento necessário para o desenvolvimento deste projeto, que consta como uma etapa posterior à aplicação do ISA/JP, foi o levantamento dos custos das possíveis intervenções no saneamento básico. No entanto, era preciso primeiro definir as intervenções, levando em consideração a realidade de cada comunidade, a recomendação de profissionais da área de saneamento e as experiências de projetos já implantados em localidades semelhantes, bem como as bibliografias específicas.

Para estimar os custos de implantação destes benefícios, fez-se pesquisa junto aos órgãos responsáveis por estes setores como a CAGEPA, a FUNASA, além de empresas privadas de venda de equipamentos para coleta de resíduos sólidos, com o intuito de obter informações sobre preços unitários, de benefícios, entre outros, de modo que permitisse estimar os valores necessários para a implantação dos benefícios na área de saneamento básico nas comunidades.

4.4 Programas Utilizados na Aplicação do Indicador ISA/JP1

Para aplicação do indicador ISA/JP1 com os dados das comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame, utilizaram-se os recursos oferecidos pelos *softwares Sphinx*, *DATAGEOSIS*, *AUTO-CAD 2004* e a pela Planilha Excel[®] do *Microsoft Office*. Na planilha Excel foram inseridos todos os dados e formulações, sendo possível calcular cada subindicador para a obtenção do ISA/JP1 de cada comunidade.

4.5 Simulação da Aplicação das Propostas para Hierarquização de Investimentos em Saneamento nas Comunidades Periurbanas da Bacia do Baixo Gramame

4.5.1 Investimentos em Saneamento nas Comunidades

Neste item são apresentadas propostas para intervenções nas comunidades nos componentes referentes ao indicador de salubridade ambiental. Naturalmente, algum critério de priorização deve ser feito, uma vez que variadas condições são encontradas entre as comunidades. Por exemplo, algumas comunidades já contam com sistema de abastecimento d'água implantado, o que significa que algum outro benefício agregaria mais condições de salubridade, se implantado.

Um outro critério seria a proposição da implantação de benefícios em termos de alocação de projetos ambientais onde este for mais eficaz, ou seja, onde se apresenta maior carência ou precariedade e segundo o grau de importância adotado para a eleição dos projetos, conforme o conceito de salubridade ambiental.

Assim, os benefícios a serem eleitos, referentes às variáveis subindicadoras, devem produzir o máximo aumento no indicador de salubridade ambiental.

A intenção é maximizar o impacto desta política de intervenção nas condições de salubridade ambiental, representadas qualitativamente e quantitativamente através do indicador. Com essa ação julga-se que serão diminuídas as carências impostas pela atual realidade destes serviços, atuando sobre o meio e nos processos geradores das doenças, de forma a se prover um meio ambiente urbano mais saudável.

4.5.1.1 Estimativas de Valores para Investimento em Saneamento Básico nas Comunidades

Realizaram-se estimativas de valores de investimentos em saneamento básico, quais sejam em abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana. Objetiva-se conhecer, em um passo posterior, o valor de investimento global para se alcançar situações melhores de salubridade ambiental nas comunidades a serem beneficiadas. Em seqüência, serão apresentadas as intervenções propostas para cada sistema que compõe o saneamento básico.

- *Valores para Investimento em Abastecimento de Água*

Os investimentos em abastecimento de água correspondem aos valores financeiros para a implantação de sistemas compreendendo captação, adução, tratamento, reservação e distribuição.

No Quadro 4.2 são resumidos as características e os valores de investimentos iniciais referentes aos projetos de abastecimento de água a serem implantados nas comunidades em estudo.

Estes valores estimados foram baseados num projeto de Saneamento Rural em andamento na Companhia de Água e Esgoto da Paraíba – CAGEPA, no qual algumas comunidades deste estudo estão inseridas.

Quadro 4.2 – Características das intervenções e valores estimados do investimento em Abastecimento de D'Água

Comunidades	Concepção do Projeto de Abastecimento D'Água	Discriminações para a Estimativa dos Investimentos	Estimativa do Investimento (R\$)
Mumbaba de Baixo	Já implantado, em operação pela CAGEPA	-	0,00
Gramame	Já implantado, em operação pela CAGEPA	-	0,00
Mituaçu	Implantação de rede; aumento da reservação; implantação de ligações; implantar o sistema simples de tratamento	i)1.695 m de rede a implantar; ii)50 m ³ de reservação; iii)113 unidades para efetuar ligação; iv)Instalação de um clorador para a desinfecção.	141.740,00
Colinas do Sul	Já implantado, em operação pela CAGEPA	-	0,00
Engenho Velho	Implantação de rede; aumento da reservação; implantação de ligações; implantar o sistema simples de tratamento	i)2700 m de rede a implantar ii)50 m ³ de reservação; iii)180 unidades para efetuar ligação; iv)Ativar o clorador para a desinfecção.	173.400,00
			TOTAL:315.140,00

- *Valores para Investimento em Esgotamento Sanitário*

O Investimento no sistema de esgotamento sanitário em uma comunidade contempla a coleta dos esgotos, seu afastamento de forma rápida e segura, o tratamento e uma disposição final adequada.

Basicamente existem dois tipos de soluções para o esgotamento de uma comunidade: sistemas individuais e sistemas coletivos, sendo este último subdividido em unitário e separador.

Os individuais são soluções adotadas para atendimentos unifamiliar. Usualmente são utilizadas as fossas sépticas seguidas de dispositivos de infiltração no solo (sumidouro, irrigação sub-superficial). Já os sistemas coletivos são soluções para maiores populações e consistem, sinteticamente, em canalizações que recebem o lançamento dos esgotos, transportando-os ao seu destino final, onde receberá tratamento. Este é o caso da Comunidade Colinas do Sul, onde se especifica tratamento através de Lagoa de Estabilização.

No Quadro 4.3 são resumidas as características das soluções adotadas para os projetos de esgotamento sanitário das comunidades além dos valores de investimentos para implantação, obtidos da FUNASA e do Setor de Projetos da CAGEPA para a comunidade Colinas do Sul.

Quadro 4.3 – Características das intervenções e valores estimados do investimento em Esgotamento Sanitário

Comunidades	Concepção do Projeto de Esgotamento Sanitário	Discriminações para Estimativa dos Investimentos	Estimativa do Investimento (R\$)
Mumbaba de Baixo	Fossa séptica seguida de sumidouro	i) Construção de Tanque séptico para um domicílio de 4-5 pessoas (pequena comunidade) = R\$ 265,47 ii) Construção de Sumidouros = R\$ 136,67 iii) BDI do serviço e obras=25%	134.889,00
Gramame	Fossa séptica seguida de sumidouro	i) Construção de Tanque séptico para um domicílio de 4-5 pessoas (pequena comunidade)= R\$ 265,47 ii) Construção de Sumidouros = R\$ 136,67 iii) BDI do serviço e obras=25%	49.818,00
Mituaçu	Fossa séptica seguida de sumidouro	i) Construção de tanque séptico para um domicílio de 4-5 pessoas (pequena comunidade)= R\$ 265,47 ii) Construção de Sumidouros = R\$ 136,67 BDI do serviço e obras=25%	90.391,00
Colinas do Sul	Rede coletora (Sistema Separador: Convencional)	i) Rede coletora de esgoto R\$/m = 160,00 Habitantes/m de rede de esgoto =0,68 ii) Tratamento de SES = 15% do custo estimado.	1.064.828,00
Engenho Velho	Fossa séptica seguida de sumidouro	i) Construção de Tanque séptico para um domicílio de 4-5 pessoas (pequena comunidade)= R\$ 265,47 ii) Construção de Sumidouros = R\$ 136,67 BDI do serviço e obras=25%	96.080,00
			TOTAL:1.436.006,00

- *Valores para Investimento em Resíduos Sólidos*

Os benefícios relativos a resíduos sólidos compreendem a coleta, acondicionamento, transporte, tratamento e disposição final em lugar apropriado. No caso das comunidades pertencentes aos municípios de João Pessoa e Conde, o destino final e local apropriado é o Aterro Sanitário. Este é operado por um consórcio formado pelos municípios de Cabedelo, João Pessoa, Conde, entre outros.

Os valores para a projeção do investimento foi obtido através de empresas privadas de venda de equipamentos para coleta, acondicionamento de transporte de resíduos sólidos. Porém anteriormente, foi definido com especialistas do setor qual seria a alternativa mais viável para estas comunidades.

No Quadro 4.4 estão resumidas as características das soluções adotadas para os resíduos sólidos domiciliares, estabelecimentos comerciais e escolas das comunidades e os valores de investimentos para implantação..

Quadro 4.4 – Características das intervenções e valores estimados do investimento no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

Comunidades	Concepção do Projeto de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	Discriminações para Estimativa dos Investimentos	Estimativa do Investimento (R\$)
Mumbaba de Baixo	Já implantada a coleta regular dos resíduos sólidos e o transporte para o aterro sanitário, em operação pela Emlur- Empresa Terceirizada -Aterro Metropolitano	–	0,00
Gramame	Já implantada a coleta regular dos resíduos sólidos e o transporte para o aterro sanitário, em operação pela Emlur- Empresa Terceirizada -Aterro Metropolitano	–	0,00
Mituaçu	Implantação de coleta regular e transporte para o aterro sanitário, sob a administração da Prefeitura - Aterro Metropolitano	i)Aquisição de 6 contêineres; ii) 2 carroças; iii) 2 animais de tração	45.534,00
Colinas do Sul	Já implantado a coleta regular dos resíduos sólidos e o transporte para o aterro sanitário, em operação pela Emlur-Empresa Terceirizada-Aterro Metropolitano	–	0,00
Engenho Velho	Implantação de coleta regular e transporte para o aterro sanitário Emlur -Empresa Terceirizada- Aterro Metropolitano	i) Aquisição de 4 contêineres; ii) 2 carroças; iii) 2 animais de tração	32.176,00
			TOTAL:77.710,00

- *Valores para Investimento em Drenagem Urbana*

Via de regra, no aspecto da drenagem, os efeitos se manifestam de quatro formas: alagamento, inundações, erosões e sedimentações. No caso das comunidades em referência,

excetuando-se a comunidade Colinas do Sul, as moradias se alinham ao longo de vias. Assim, a solução adequada passa necessariamente pela implantação de estruturas básicas de coleta e afastamento. Ou seja, a implantação do pavimento como elemento básico de captação na via pública, em conjunto com as sarjetas, para o transporte da água pluvial além das estruturas simples de direcionamento das águas: rasgos, canaletas, pequenas escadas de dissipação de energia.

No Quadro 4.5 abaixo, estão descritas as características das soluções adotadas para a drenagem das águas pluviais e os valores de investimentos deste respectivo projeto, obtidos dos custos praticados pela PMJP para este tipo de projeto.

A comunidade Colinas do Sul trata-se de um loteamento, com declividades predominantemente suaves, onde a solução de drenagem também se enquadra como essencialmente superficial.

Quadro 4.5 – Características das intervenções e valores estimados do investimento na Drenagem das Águas Pluviais

Comunidades	Concepção do Projeto de Drenagem das águas pluviais	Discriminações para Estimativa dos Investimentos	Estimativa do Investimento (R\$)
Mumbaba de Baixo	Implantação de pavimentação com sarjetas e estruturas hidráulicas para o direcionamento de águas.	Custo estimado de 20,00 R\$ /m ² de vias pavimentada com os elementos complementares de drenagem simples.	355.747,00
Gramame	Implantação de pavimentação com sarjetas e estruturas hidráulicas para o direcionamento de águas.	Custo estimado de 20,00 R\$ /m ² de vias pavimentada com os elementos complementares de drenagem simples.	480.210,00
Mituaçu	Implantação de pavimentação com sarjetas e estruturas hidráulicas para o direcionamento de águas.	Custo estimado de 20,00 R\$ /m ² de vias pavimentada com os elementos complementares de drenagem simples.	555.547,00
Colinas do Sul	Implantação de pavimentação com sarjetas e estruturas hidráulicas para o direcionamento de águas.	Custo estimado de 20,00 R\$ /m ² de vias pavimentada com os elementos complementares de drenagem simples.	3.297.763,00
Engenho Velho	Implantação de pavimentação com sarjetas e estruturas hidráulicas para o direcionamento de águas.	Custo estimado de 20,00 R\$ /m ² de vias pavimentada com os elementos complementares de drenagem simples.	952.880,00
			TOTAL:5.642.147,00

O Quadro 4.6 resume os valores dos investimentos referentes aos diversos benefícios alocáveis nas comunidades.

Quadro 4.6 – Resumo dos valores dos investimentos referentes aos diversos benefícios alocáveis nas comunidades

Comunidades	Benefícios Alocáveis (R\$)				Total da Comunidade (R\$)
	SAA	SES	SRS	DU	
Mumbaba de Baixo	0,00	134.889,00	0,00	355.747,00	490.636,00
Gramame	0,00	49.818,00	0,00	480.210,00	530.028,00
Mituaçu	141.740,00	90.391,00	45.534,00	555.547,00	833.212,00
Colinas do Sul	0,00	1.064.828,00	0,00	3.297.763,00	4.362.591,00
Engenho Velho	173.400,00	96.080,00	32.176,00	952.880,00	1.254.591,00
Total	315.140,00	1.436.006,00	77.710,00	5.642.147,00	7.471.003,00

4.5.2 Aplicação do Modelo MSPIS

Para alocar os benefícios nas comunidades da Bacia do Baixo Gramame foi utilizado o modelo MSPIS, no qual são sugeridos cenários de intervenções cumulativas, definidas de acordo com as prioridades das comunidades da Bacia do Baixo Gramame. Considera-se no MSPIS a possibilidade da preexistência do benefício, que neste caso, não é alocado.

As prioridades dos benefícios são estabelecidas através de pesquisa participativa. No caso estudado, lançou-se mão da técnica *Delphi* com 12 especialistas. O resultado está explicitado na Figura 4.3.

A partir de cada cenário proposto realizou-se uma simulação das intervenções, na qual foram atribuídos valores máximos as variáveis subindicadoras referente ao I, correspondentes a cada benefício alocado nos cenários de intervenção.

Após esta simulação matemática com os resultados obtidos analisou-se a situação do ISA/JP1, atualmente e depois da implantação do benefício, permitindo realizar uma leitura das condições de salubridade das comunidades a partir dos investimentos alocados nos serviços de saneamento básico.

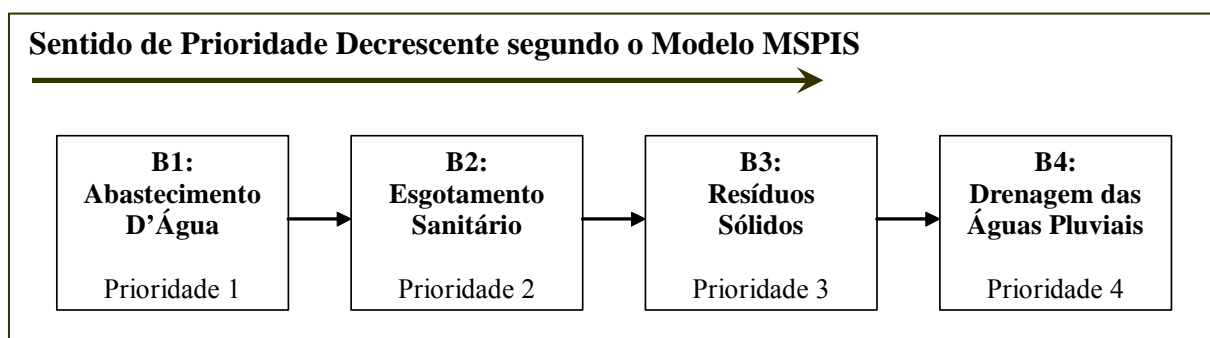


Figura 4.3 – Fluxo das prioridades de investimentos em saneamento básico nas comunidades da bacia do Baixo Gramame.

A construção dos cenários segundo a prioridade estabelecida é então explicitada a seguir:

- Cenário I: Implantação de Abastecimento D'Água (SAA);
- Cenário II: Implantação de Abastecimento D'Água + Esgotamento Sanitário (SAA + SES);
- Cenário III: Implantação de Abastecimento D'Água + Esgotamento Sanitário + Resíduos Sólidos (SAA + SES + SRS);
- Cenário IV: Implantação de Abastecimento D'Água + Esgotamento Sanitário + Resíduos Sólidos + Drenagem Urbana (SAA + SEE + SRS + DU).

4.5.3 Aplicação do Modelo MPIS/PL

Outro meio empregado para propor possíveis melhorias nas condições de salubridade das comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame foi a aplicação da metodologia MPIS/PL, desenvolvido nesta dissertação. Neste, permite-se otimizar o ISA/JP1, alocando-se os benefícios que compõem a variável auxiliar I, considerando para isto o custo de cada intervenção, além de um conjunto de variáveis restritivas e priorizando as comunidades mais populosas.

Todas as informações necessárias para a aplicação da metodologia foram inseridas e estruturadas no *software* LINDO.

Em especial, destacando os pesos relativos aos benefícios alocáveis, não foram utilizados os valores dos contemplados na expressão do ISA/JP1. Foram estabelecidos outros valores de acordo com o grau de prioridade de cada indicador sobre o conceito de salubridade ambiental. Para tanto, foi aplicado o método *Delphi* com 12 profissionais da área de saneamento, a fim de que estes especialistas atribuíssem notas de importância a cada variável do I.

O modelo foi simulado para cada percentual do investimento (5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 100%), relativo ao custo total de implantação das 4 intervenções propostas, onde as respostas de alocação definiam totais de investimentos a serem alocados, nos quais seus valores totais implicavam em resíduos ou diferenças. Por exemplo, informando-se no programa 5% do valor total, ter-se-ia apenas o percentual de 4,86% referente à soma dos valores correspondentes aos benefícios alocados.

Para cada percentual de investimento simulado no modelo, geraram-se cenários diferenciados de alocação de benefícios e de valores de I., no qual a partir destes foi possível

calcular um ISA/JP1 melhorado considerando estas intervenções. Desta forma, foi possível analisar a performance da salubridade de cada comunidade segundo cada resultado obtido.

Detalha-se a seguir a estrutura do modelo utilizado para a aplicação nas comunidades da Bacia do Baixo Gramame.

$$\text{I) Maximize } F = \sum_{j=1}^5 p_j I_j \quad (25)$$

II) Sujeito a

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 C_{ij} I_{ij} \leq \text{Custo (5\%, 10\%, 20\%, \dots, 100\% do total para investimento)} \quad (26)$$

$$I_j \geq 0,328 \quad j = 1, 2, \dots, 5 \quad (27)$$

$$I_j - \sum_{i=1}^4 c_i I_{ij} = 0 \quad (28)$$

$$W_{ij} = f_{ij} I_{ij} \quad (29)$$

$$I_{1j} \geq I_{2j} \quad j = 1, 2, \dots, 5 \quad (30)$$

$$I_j \geq 0, W_{ij} \geq 0, I_{ij} = 0 \text{ ou } I_{ij} = 1 \quad (31)$$

Os dados referentes à população estão resumidos no Quadro 4.1. O valor de I_j considerado deve assumir o valor mínimo de 0,5051 ($0,328 = 0,65 \times 0,505$), ou seja, equivalendo à Média Salubridade com relação ao saneamento básico. Os valores dos investimentos de cada benefício passíveis de implantação nas comunidades constam no Quadro resumo 4.6.

O modelo descrito foi aplicado nas 5 (cinco) comunidades da Bacia do Baixo Gramame. O Quadro 4.7 mostra a descrição das variáveis consideradas no problema.

Quadro 4.7 – Descrição das variáveis do problema consideradas no modelo

Índice(i)	Benefícios ou Variáveis Subindicadoras (I_{ij})	Índice(j)	Comunidades
1	Abastecimento D'Água,	1	Mumbaba de Baixo
2	Esgotamento Sanitário	2	Gramame
3	Coleta, Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos	3	Mituaçu
4	Drenagem das Águas Pluviais	4	Colinas do Sul
	–	5	Engenho Velho

5.1 Resultados da Aplicação do ISA/JP1

Devido à carência de dados das comunidades estudadas, constatada nos órgãos oficiais, foram necessárias pequenas adaptações para aplicação da metodologia do ISA/JP1. Ao realizar tais adaptações procurou-se seguir fielmente a finalidade de cada subindicador, para que a análise expressasse o real estado de salubridade local. Dessa forma, foram feitas leituras complementares de algumas variáveis dos subindicadores como: de abastecimento de água (variáveis relativas às informações sobre a qualidade da água, onde foram feitas coletas e análises de laboratório, já que não se dispunha de dados em duas das comunidades); de esgotamento sanitário (tempo de saturação de tratamento estimado em duas comunidades, já que são considerados alternativos); de recursos hídricos (suposição de disponibilidade hídrica muito grande, já que a fonte de água subterrânea é o aquífero Beberibe que apresenta potencialidade elevada).

Após estas considerações e de posse dos dados pertinentes aos subindicadores realizaram-se os cálculos do ISA/JP1, obtendo-se os resultados mostrados a seguir no Quadro 5.1. Os resultados correspondentes aos subindicadores secundários se encontram no apêndice.

Quadro 5.1 – Valores dos subindicadores primários e do ISA/JP1 de cada comunidade (%)

Comunidades	População Estimada	Iab	Ies	Irs	Icv	Irh	Idu	Icm	Ise	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	1.231	93,33	0,00	100,00	56,25	70,00	11,95	64,70	24,21	55,17	MSB
Gramame	450	91,67	0,00	100,00	18,75	70,00	8,52	65,11	70,80	53,11	MSB
Mituaçu	854	33,33	0,00	0,00	50,00	33,33	14,23	58,29	51,92	24,85	INS
Colinas do Sul	3.935	93,33	0,00	100,00	18,75	70,00	15,99	68,09	60,62	53,98	MSB
Engenho Velho	864	33,33	0,00	0,00	56,25	93,33	15,35	64,73	43,49	31,81	BSB

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade.

De acordo com o Quadro 5.1, as condições são de: Insalubre na comunidade de Mituaçu, Média Salubridade em Mumbaba de Baixo, Gramame e Colinas do Sul, sendo Engenho Velho classificada como de Baixa Salubridade.

As contribuições de cada subindicador para o resultado do ISA/JP1 em cada comunidade são analisadas a seguir.

- *Subindicador de Abastecimento D' Água (Iab)*

Segundo consta no Quadro 5.1, o indicador Iab resultou em 33,33% nas comunidades de Mituaçu e Engenho Velho. Este resultado mostra que são insatisfatórios os serviços de abastecimento de água para se ter salubridade nas referidas comunidades, pois não possuem sistemas públicos de abastecimento de água com controle sanitário adequado. Esta carência é suprida, de forma precária, pela captação de água subterrânea em poços freáticos ou artesianos, em geral, perfurados nos limites das residências, na maioria das vezes coletivos; ou cacimbas sem qualquer controle sanitário. Essa água é muitas vezes consumida sem nenhum tratamento prévio. No entanto, eventualmente, é adicionado hipoclorito de sódio nas ocasiões de campanhas da Secretaria Municipal de Saúde. Também é prática comum a fervura da água. Vale ressaltar que, na análise bacteriológica da água da maioria dos poços e cacimbas constatou-se a presença de coliformes termotolerantes. Este dado indica água imprópria para o consumo humano, segundo os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde.

Com relação às outras comunidades, Colinas do Sul, Mumbaba de Baixo e Gramame, estas são atendidas pelo sistema de abastecimento público de água, de responsabilidade da CAGEPA, o que contribui para as condições mais favoráveis ao estado de salubridade.

- *Subindicador de Esgotamento Sanitário (Ies)*

Quanto ao esgotamento sanitário, nenhuma das comunidades tem condições favoráveis ao estado saudável, devido à inexistência da rede de esgotamento sanitário, como assim apontado no resultado de 0,0% no Indicador de Esgotamento Sanitário (Ies). Algumas poucas moradias possuem tanques sépticos, sendo que em geral os dejetos são encaminhados para as fossas simples ou secas. Em casos pontuais, as fossas localizam-se a distâncias de até menos de 15 m dos poços, como é o caso de um poço da comunidade de Mituaçu que abastece mais de 70% dos moradores. Este fato, somado ao despejo de águas residuárias lançadas a céu aberto, pode contribuir para a poluição do aquífero livre. Ressalta-se que os próprios habitantes são adeptos da captação da água de poços para suprir a necessidade do abastecimento de água.

- *Subindicador de Resíduos Sólidos (Irs)*

O valor expresso deste indicador, $Irs=0,0\%$, nas comunidades de Engenho Velho e Mituaçu é resultado da inexistência de coleta pública dos resíduos sólidos, tanto de forma convencional, como de formas alternativas. A destinação final dada aos resíduos domésticos é realizada de maneira inadequada. Em geral, o lixo é amontoado, queimado ou enterrado próximo às residências, muitas vezes nos quintais. No entanto, a quantidade residual de lixo é mínima, pois os moradores têm hábitos de reaproveitar as sobras de alimentos como ração animal, e as latas e sacos plásticos para usos diversos.

As comunidades de Colinas do Sul, Gramame e Mumbaba de Baixo são atendidas pelo serviço de coleta da Empresa Municipal de Limpeza Urbana – EMLUR, do município de João Pessoa, encaminhando para o Aterro Sanitário da Região Metropolitana, realidade revelada no Irs (100,0%) destas comunidades.

- *Subindicador de Controle de Vetores (Icv)*

A análise da incidência do *Aedes Egyptis*, transmissor da Dengue; do *Schistosoma mansoni*, transmissor da Esquistossomose; e do rato, transmissor da leptospirose nas comunidades, através do indicador de controle de vetores Icv, apontou que as comunidades de Colinas do Sul e Gramame apresentam os piores resultados ($Icv =18,75\%$). No caso de Gramame, os resultados desfavoráveis foram devido, principalmente, à ocorrência de casos de Leptospirose e à grande incidência de Esquistossomoses. Em relação a Colinas do Sul, os resultados desfavoráveis devem-se aos casos já registrados de Leptospirose e Dengue Hemorrágica, em ambos, agregando as ocorrências de outras doenças consideradas mais não mencionadas. Especificamente, a Esquistossomose e os casos de Dengue “Comum”.

Nas comunidades Engenho Velho, Mituaçu e Mumbaba de Baixo, apresentaram-se registrados apenas casos de Dengue e Esquistossomose. No entanto, os valores dos Icv de 56,25% de Mumbaba de Baixo e Engenho Velho, apresentaram-se menos desfavoráveis do que o apontado em Mituaçu, porque neste último ocorreram simultaneamente casos de Dengue Hemorrágica e Esquistossomose com elevada incidência.

- *Subindicador de Recursos Hídricos (Irh)*

Quanto à disponibilidade e qualidade hídrica das fontes de captação utilizadas nas comunidades, no caso de Mituaçu, o resultado apontado no indicador ($Irh=33,33\%$), reflete as

características da água distribuída aos moradores. Estas águas não apresentam condições apropriadas para o consumo humano sem o devido tratamento, segundo a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde.

Apesar da comunidade de Engenho Velho ser abastecida com água de origem subterrânea sem um tratamento prévio, os resultados das análises realizadas indicaram ausência de coliformes termotolerantes, assim traduzidos no seu Irh (93,33%). Nos demais casos, a leitura do Irh de 70,0%, indica um quadro não desfavorável, já que estas águas são tratadas por processo convencional antes da distribuição à população. Estas advêm de mananciais de superfície, cujas águas estão enquadradas na Classe 2 de acordo com Resolução do Conama N° 357/2005.

Quanto à disponibilidade hídrica, para as comunidades Gramame, Colinas do Sul e Mumbaba, estas abastecidas pelo serviço público, foi considerada na análise que os mananciais superficiais utilizados contam com capacidade de atendimento satisfatória para a população atual. Nos casos de Mituaçu e Engenho Velho julgou-se que a disponibilidade é muito grande, já que, atingida a capacidade de vazão de um poço, outro seria perfurado, devido à alta produtividade do aquífero Beberibe presente na região.

- *Subindicador de Drenagem Urbana (Idu)*

É notória a precariedade de drenagem de águas pluviais nas comunidades. De fato, os valores de Idu sempre menores do que 15,99% refletem uma condição indesejável, com ocorrências freqüentes de alagamentos, defeitos e ausência de pavimentos nas vias em todas as comunidades.

- *Subindicador de Condições de Moradia (Icm)*

O indicador de condições de moradia apresentou pouca variação entre as comunidades analisadas. De fato, observa-se no Quadro 5.1 que o Icm de 68,09 % foi o mais elevado em Colinas do Sul, enquanto que o mais baixo foi 58,29% na comunidade de Mituaçu.

Para o subindicador I_{dh} que trata basicamente da adequação da relação entre a área construída e o número de habitantes, foi observado que em todas as comunidades a situação apresenta-se em condições favoráveis. Situação semelhante ocorre em relação à tipologia dos materiais empregados na construção das residências (revestimento das paredes e pisos e a

coberta). Esta realidade é constatada porque a grande maioria das habitações conta com paredes rebocadas, pisos cimentados e as coberturas em telha aparente (cerâmica).

Com relação às condições de infra-estrutura sanitária, verificadas pela existência de banheiros, e de seus respectivos aparelhos sanitários (lavatório, bacia sanitária, chuveiro, bidê ou duchinha e pia de cozinha), as residências das comunidades apresentam-se, em geral, em condições aceitáveis. Mais de 90,00% das casas da comunidade contam com banheiros. Desse total, mais de 60,00% das residências conta com pelo menos 1 banheiro localizado na parte interna tendo, na maioria deles, 3 aparelhos sanitários (bacia sanitária, chuveiro e lavatório). Exceção dessa realidade, banheiro com 3 aparelhos sanitários, ocorre para as comunidades de Gramame e Mituaçu, onde a maioria conta com 2 aparelhos sanitários. Particularmente em Mituaçu registra-se razoável incidência de residências com apenas banheiro externo (30,16%).

Quanto à ausência de cozinha, a pior situação registrou-se em Gramame com 10,19% frente ao melhor resultado de 5,29% em Mituaçu. Com relação à existência de cozinha com pia, Mituaçu apresenta as piores condições, já que 58,73 % das suas residências não atendem este item.

Com exceção da comunidade de Gramame, o subindicador terciário específico, relativo à qualidade habitacional das residências, que apresentou o menor valor foi o referente aos elementos físicos infra-estruturais (revestimentos de parede, piso e tipo da cobertura).

Para o subindicador de condições de moradia, Icm, já abordado globalmente, a contribuição menos favorável foi a do subindicador de 2ª ordem I_{dh} , já que para a maioria das comunidades obteve-se valores menores do que 61,72%.

- *Subindicador Socioeconômico (Ise)*

Este último tema a analisar, mas não menos importante, refere-se às condições sócio-econômicas quanto à saúde pública (mortalidade infantil ligada a doenças de transmissão hídrica e a mortalidade de idosos/crianças ligada a doenças respiratórias), renda da comunidade (média e distribuição de renda) e à educação (escolaridade).

As comunidades de Engenho Velho e Mumbaba de Baixo apresentaram os piores resultados. Relativamente ao indicador de renda inserido no Ise, o item analisado referente à percentagem da população com renda até 3 salários, revelou-se presente em sua grande maioria.

As informações explicitadas no subindicador de saúde pública mostram que a interferência das doenças de veiculação hídrica e respiratórias em população de idosos e crianças de até 4 anos, é pequena em todas as comunidades consideradas.

Foi pequena a taxa da população com escolaridade de 1º grau completo. A maioria da população é alfabetizada ou com 1º grau incompleto.

5.2 Resultados da Aplicação dos Modelos de Hierarquização de Investimentos em Saneamento

5.2.1 Aplicação do Modelo MSPIS

A aplicação do modelo MSPIS às cinco comunidades gerou os resultados apresentados nos Quadros 5.2 a 5.5, onde se encontram informações sobre as comunidades a serem beneficiadas, os valores de ISAJP1, para os indicadores pertinentes, as situações de salubridade na conjuntura atual e considerando a implantação do benefício, além dos valores dos investimentos.

Quadro 5.2 – Cenário I correspondente à alocação de benefícios de SAA, no de valor de R\$ 315.140,00, equivalente a 4,22% total dos investimentos para as comunidades

Comunidades	Atual			Proposta			Investimento (R\$)
	Iab (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	Iab (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	
Mituaçu	33,33	24,85	INS	100,00	38,18	BSB	141.740,00
Engenho Velho	33,33	31,81	BSB	100,00	45,14	BSB	173.400,00
Total:							315.140,00

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade.

Quadro 5.3 – Cenário II correspondente à alocação de benefícios de SAA e SES, no valor de R\$1.751.146,00 equivalente a 23,44% do total dos investimentos para as comunidades

Comunidades	Atual				Proposta				Investimento (R\$)
	Iab (%)	Ies (%I)	ISA/JP1 (%I)	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	Iab (%)	Ies (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	
Mumbaba de Baixo	93,33	0,00	55,17	MSB ¹⁾	93,33	100,00	75,17	MSB	134.889,00
Gramame	91,67	0,00	53,11	MSB	91,67	100,00	73,11	MSB	49.818,00
Mituaçu	33,33	0,00	24,85	INS	100,00	100,00	58,18	MSB	232.131,00
Colinas do Sul	93,33	0,00	53,98	MSB	93,33	100,00	73,98	MSB	1.064.828,00
Engenho Velho	33,33	0,00	31,81	BSB	100,00	100,00	65,14	MSB	269.480,00
Total:									1.751.146,00

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade

Quadro 5.4 – Cenário III correspondente à alocação de benefícios de SAA, SES e SRS, no valor de R\$1.828.856,00 equivalente a 24,48% do total dos investimentos para as comunidades

Comunidades	Atual					Proposta					Investimento (R\$)
	Iab (%)	Ies (%)	Irs (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade (1)	Iab (%)	Ies (%)	Irs (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade (1)	
Mumbaba de Baixo	93,33	0,00	100,00	55,17	MSB	93,33	100,00	100,00	75,17	MSB	134.889,00
Gramame	91,67	0,00	100,00	53,11	MSB	91,67	100,00	100,00	73,11	MSB	49.818,00
Mituaçu	33,33	0,00	0,00	24,85	INS	100,00	100,00	100,00	73,18	MSB	277.665,00
Colinas do Sul	93,33	0,00	100,00	53,98	MSB	93,33	100,00	100,00	73,98	MSB	1.064.828,00
Engenho Velho	33,33	0,00	0,00	31,81	BSB	100,00	100,00	100,00	80,14	SAC	301.656,00
Total: 1.828.856,00											

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Quadro 5.5 – Cenário IV correspondente à alocação de benefícios de SAA, SES, SRS e DU no valor de R\$7.471.003,00 equivalente a 100% do total dos investimentos para as comunidades

Comunidades	Atual						Proposta						Investimento (R\$)
	Iab (%)	Ies (%)	Irs (%)	Idu (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade (1)	Iab (%)	Ies (%)	Irs (%)	Idu (%)	ISA/JP1 (%)	Situação da Salubridade (1)	
Mumbaba de Baixo	93,33	0,00	100,00	11,95	55,17	MSB	93,33	100,00	100,00	100,00	83,97	SAC	490.636,00
Gramame	91,67	0,00	100,00	8,52	53,11	MSB	91,67	100,00	100,00	100,00	82,26	SAC	530.028,00
Mituaçu	33,33	0,00	0,00	14,23	24,85	INS	100,00	100,00	100,00	100,00	81,76	SAC	833.212,00
Colinas do Sul	93,33	0,00	100,00	15,99	53,98	MSB	93,33	100,00	100,00	100,00	82,38	SAC	4.362.591,00
Engenho Velho	33,33	0,00	0,00	15,35	31,81	BSB	100,00	100,00	100,00	100,00	88,61	SAC	1.254.536,00
Total: 7.471.003,00													

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Conforme se vê do Quadro 5.2, apenas para as comunidades Mituaçu e Engenho Velho são alocados investimentos em SAA, já que as outras contam com o serviço de abastecimento da CAGEPA. Os benefícios alocados provocam significativas mudanças nos valores do ISA/JP1, apesar de que a situação para Engenho Velho continua sendo de Baixa Salubridade.

Em todas as comunidades, com a alocação dos investimentos previstos no cenário II, (Quadro 5.3) geraram-se mudanças bastante positivas nos valores do ISA/JP1, com destaque para Mituaçu e Engenho Velho onde ocorreu melhoria na situação. Com este cenário, todas as comunidades enquadram-se na situação de Média Salubridade.

Para o cenário III, as principais evoluções nos valores de ISA/JP1 ocorreram em Mituaçu e Engenho Velho, alcançando melhorias acima de 40% no valor de ISA/JP1, assim mostradas no Quadro 5.4. A alocação dos benefícios em Engenho Velho projetou mudanças muito significativas na situação de salubridade, deixando um quadro de Baixa para uma Salubridade Aceitável. As mudanças no ISA/JP1 para as comunidades de Mumbaba de Baixo, Gramame e Colinas do Sul permanecem na situação de Média Salubridade.

Com a implantação do conjunto de intervenções proposta no cenário IV, as comunidades assumem valores de ISA/JP1 acima dos 80%, portanto com situação de Salubridade Aceitável. Os maiores ganhos em termos do ISA/JP1 ocorrem nas comunidades de Mítuaçu e Engenho Velho, acima de 50% no valor do ISA/JP1. Em nenhuma comunidade se atingiu a situação Salubre, apesar dos grandes incrementos proporcionados pela alocação dos benefícios deste cenário.

As informações constantes nos Quadros 5.2 a 5.5 estão colocadas na forma de gráficos nas Figuras 5.1 a 5.5, onde se visualiza as evoluções relativas aos valores de ISA/JP1 e dos investimentos para todas as comunidades para os quatro cenários.

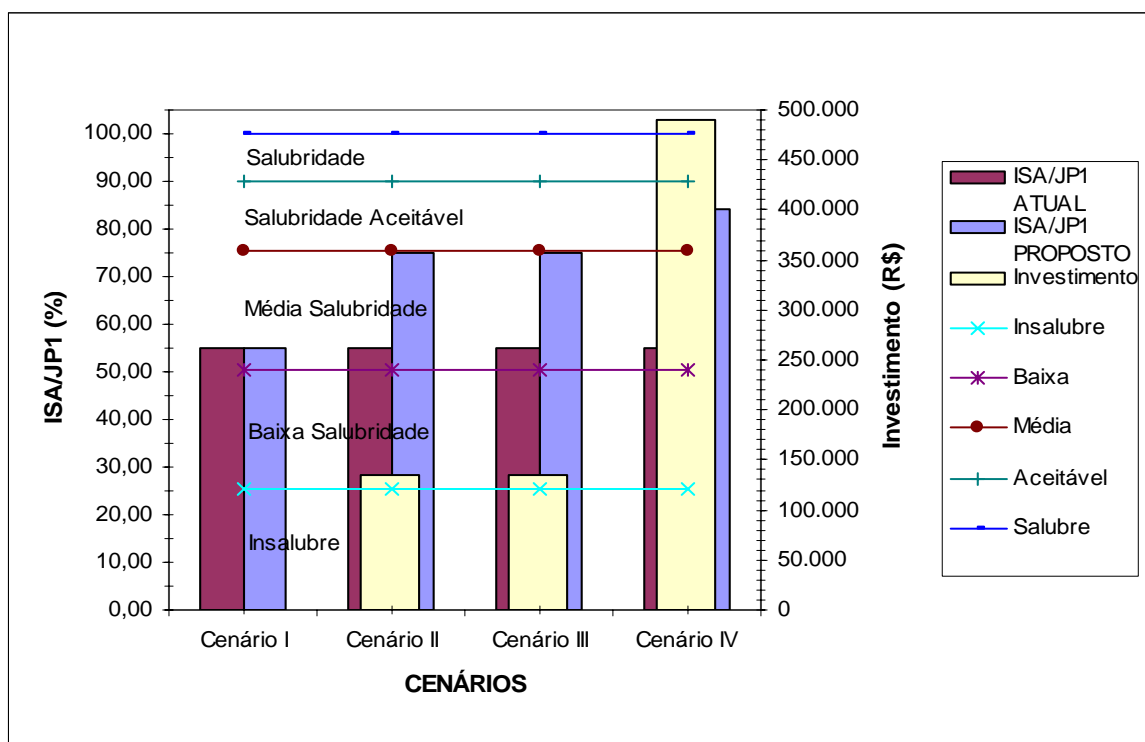


Figura 5.1 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Mumbaba de Baixo

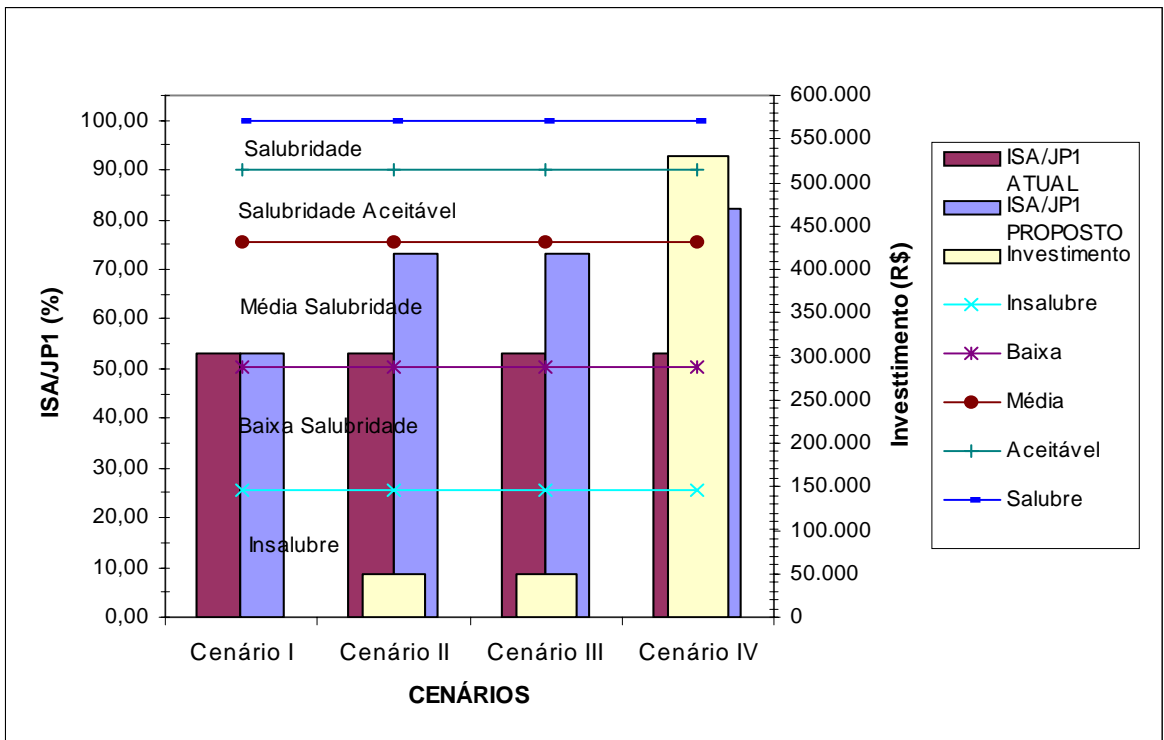


Figura 5.2 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Gramame

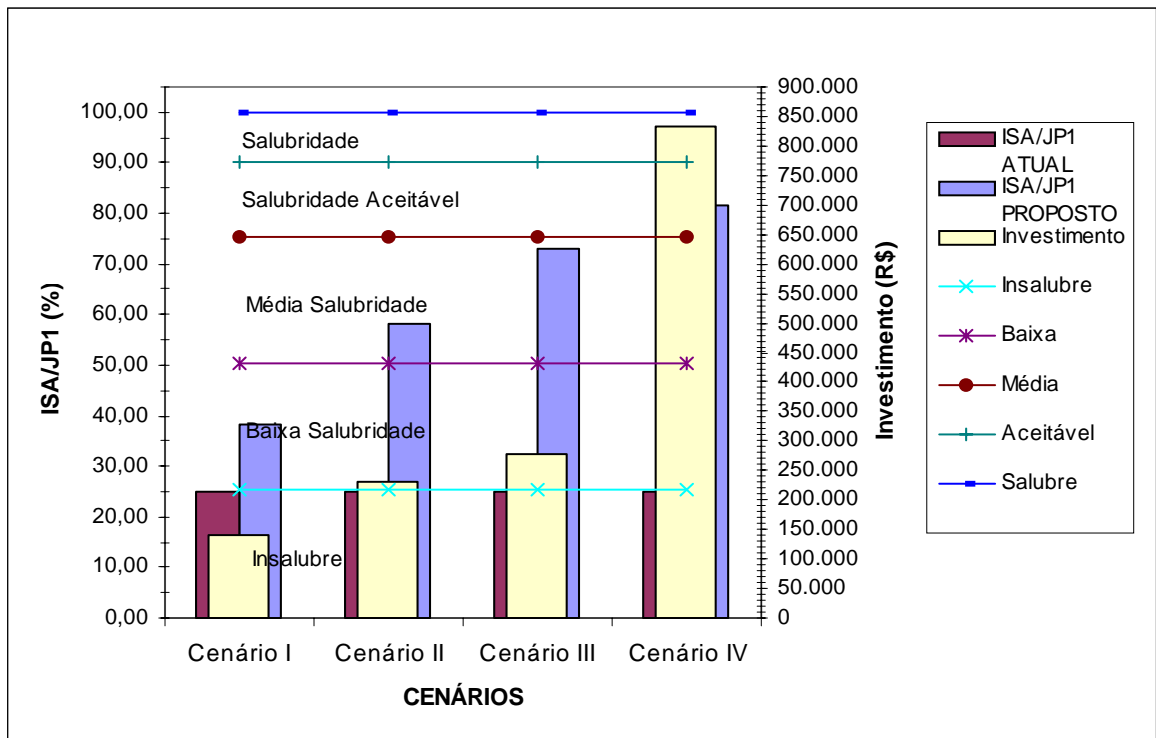


Figura 5.3 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Mítuaçu

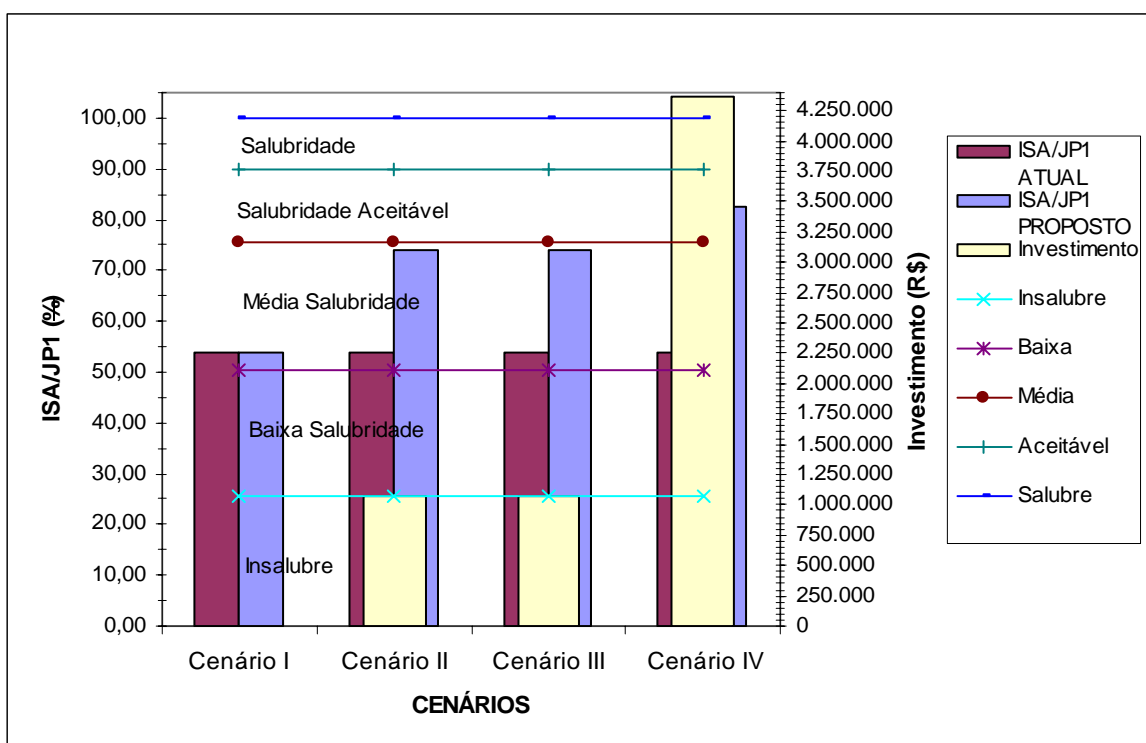


Figura 5.4 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Colinas do Sul

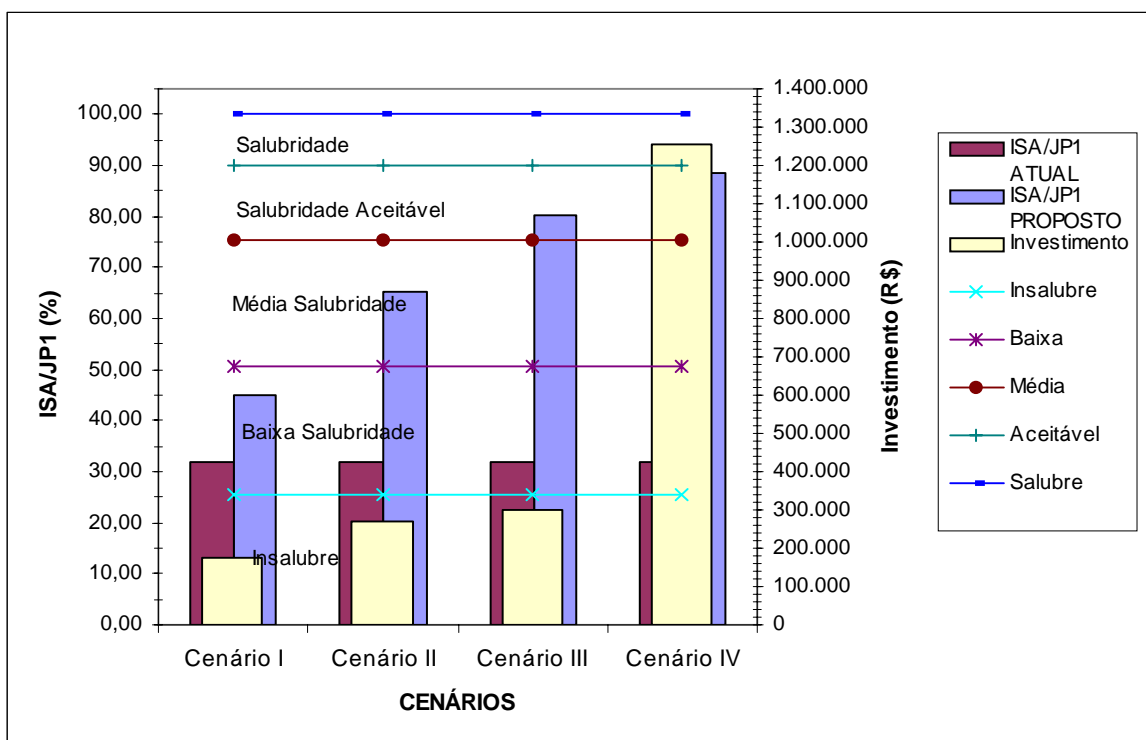


Figura 5.5 – Evolução entre o ISA/JP1 e os valores dos investimentos para os 4 cenários na comunidade de Engenho Velho

Os valores dos investimentos para os benefícios aloáveis, em cada comunidade, referidos no Quadro 4.6, merecem algumas considerações úteis para a análise da evolução do ISA/JP1 e escolha dos cenários mais adequados para adoção nas comunidades:

i) O benefício de maior valor de investimento é o de drenagem de águas pluviais. O valor total aloável para este benefício representa 75,52% do total de todos os benefícios. Destaque-se o valor para a comunidade Colinas do Sul, o maior deles, representando 44,14% do total dos benefícios e no caso, maior do que a soma de todos os outros benefícios de todas as comunidades;

ii) Os investimentos em esgotamento sanitário representam a segunda maior expressão, destacando-se ainda Colinas do Sul com o maior valor neste benefício;

iii) Os menores investimentos são os que se referem à coleta de resíduos sólidos, seguidos de abastecimento de água.

A partir das Figuras 5.1 a 5.5, inferem-se importantes constatações sobre as evoluções do ISA/JP1 e dos valores dos investimentos.

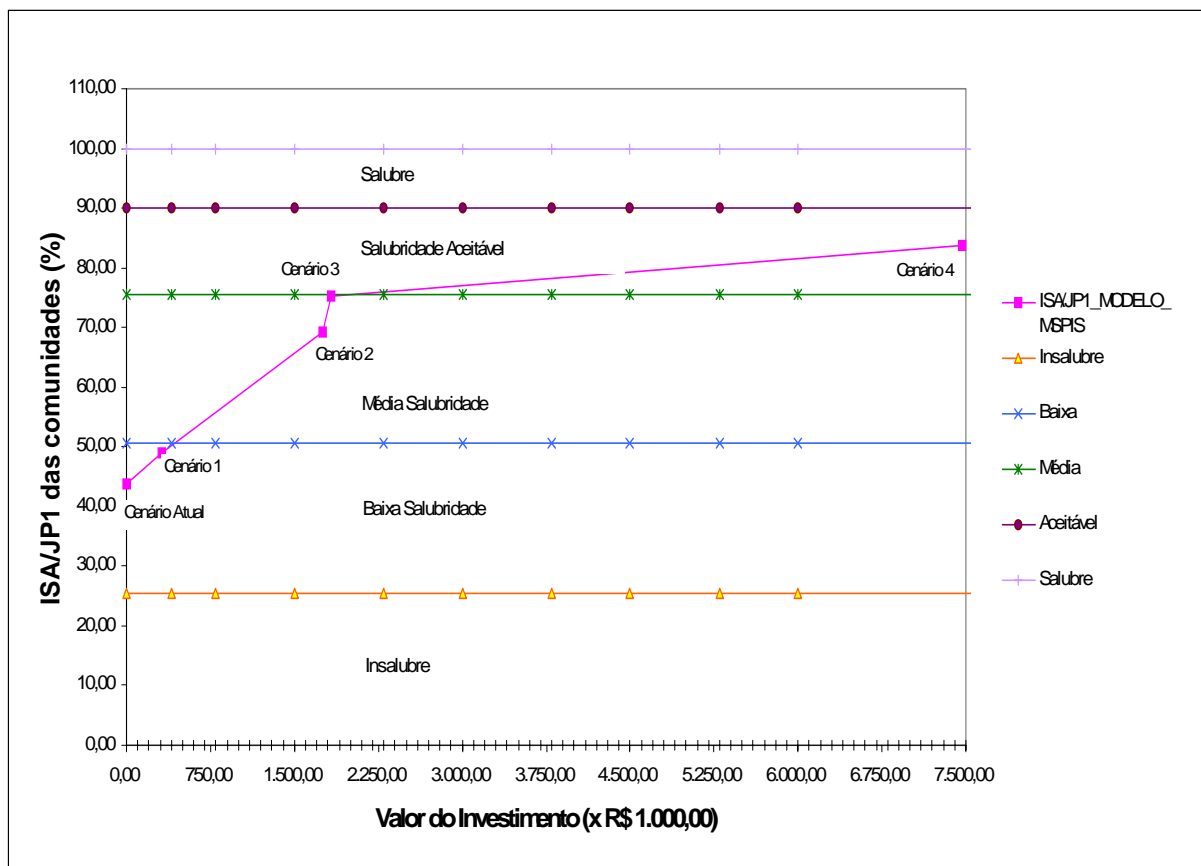


Figura 5.6 – Evolução entre o ISA/JP1 em função dos valores dos investimentos para os 4 cenários

O gráfico da Figura 5.6, relativo à evolução do ISAJP/1 em função dos investimentos, repetem, de uma maneira geral, o comportamento para as diversas comunidades como um conjunto:

i) O maior incremento no valor do ISA/JP1 ocorreria com os investimentos até o cenário III;

ii) Para este modelo, nas condições do cenário I, a situação das comunidades continuaria sendo de Baixa Salubridade;

iii) O maior acréscimo em termos financeiros acontece do cenário III para o cenário IV, com ganho do ISA/JP1 de 18,69%. Nesta evolução, este segmento da linha reta equivalente à função ISA/JP1 apresenta a menor declividade, ou seja, a menor taxa de variação relativa (ISA/JP1 por unidade monetária de investimento), denotando assim um grande valor a ser investido para um acréscimo relativamente pequeno no ISAJP1.

5.2.2 Aplicação do Modelo de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1 utilizando a técnica da Programação Linear

A aplicação do Modelo de Hierarquização de Investimentos em Saneamento com base no ISA/JP1 utilizando a técnica da Programação Linear -MPIS/PL às cinco comunidades gerou os Quadros 5.6 a 5.15. Nestes são vistas as comunidades a serem beneficiadas, os benefícios priorizados (S) ou não (N), ou pré-existentes (E) além dos valores de ISAJP1, as situações de salubridade na conjuntura atual e considerando a implantação do benefício, além dos valores dos investimentos. O modelo responde às alocações de benefícios para as 5 comunidades como um conjunto. Os valores de investimentos alocados são calculados como um percentual do valor total equivalente à soma de todos os investimentos possíveis em todas as comunidades.

Quadro 5.6 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 4,65% do valor total, R\$ 347.316,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	N	E	N	55,17	MSB
Gramame	53,11	MSB	E	N	E	N	53,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	N	N	N	38,18	BSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	N	E	N	53,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	N	S	N	60,14	MSB

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade.

Conforme mostra o Quadro 5.6, observa-se que foram alocados apenas os SAA nas comunidades de Mituaçu e Engenho Velho, e SRS, na comunidade de Engenho Velho. Nesta última comunidade, com a implantação destes dois benefícios, simultaneamente, gerou-se melhorias de 28,33% no valor do ISA/JP1, circunstância que permitiu a comunidade sair de uma situação de Baixa Salubridade para a Média Salubridade. Na comunidade de Mituaçu também ocorreu uma melhoria, porém não tão significativa se comparada a Engenho Velho. Seu ISA/JP1 aumentou em pouco mais de 13% e sua situação de salubridade saiu da condição insalubridade para de Baixa Salubridade.

Quadro 5.7 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 9,62% do valor total, R\$ 718.494,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	N	75,17	MSB
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	N	N	58,18	MSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	N	E	N	53,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Com 9,62% do valor total disponível para investimento nos benefícios nas comunidades, foram alocados apenas SAA, em Mituaçu e Engenho Velho; SES, exceto em Colinas do Sul; e SRS, em Engenho Velho, como assim mostra o Quadro 5.7. Este cenário de priorização permitiu uma evolução de 20% no valor do ISA/JP1 nas comunidades de Mumbaba de Baixo e Gramame; para Mituaçu a melhora foi de 33,33%; e a mais significativa evolução ocorreu na comunidade de Engenho Velho, atingindo um acréscimo de 48,33% no valor do ISA/JP1, o que permitiu à comunidade sair de uma situação de Baixa Salubridade para uma situação de Salubridade Aceitável.

Quadro 5.8 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 14,99% do valor total, R\$ 1.119.775,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	N	73,18	MSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	N	E	N	53,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Com R\$ 1.119.775,00 de recursos disponíveis para investimento alocaram-se SAA e SRS em todas as comunidades que não contavam com estes benefícios; SES, em quase todas comunidades, com exceção de Colinas do Sul; e por último a DU apenas em Mumbaba de Baixo. Mumbaba de Baixo foi a única comunidade que para este valor de investimento, alocou-se todos os benefícios que se apresentavam ausentes na mesma, com evolução no ISA/JP1 de 28,80%, saindo de Média Salubridade para Salubridade Aceitável. Contudo, foi em Engenho Velho e Mituaçu que ocorreu uma evolução numérica maior em termos de ISA/JP1, de 48,33%. Apesar desta melhoria em ambas, Mituaçu após investimento passa de situação Insalubre para Média Salubridade, enquanto que Engenho Velho passa de Baixa Salubridade para a condição de Salubridade Aceitável. Colinas do Sul foi a única comunidade que não teve alocado nenhum benefício.

Quadro 5.9 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 29,24% do valor total, R\$ 2.184.603,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	N	73,18	MSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	N	73,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Assim como mostra o Quadro 5.9, nas comunidades de Gramame e Colinas do Sul foi alocado apenas um único benefício, ambas em SES, resultando numa melhoria no ISA/JP1 em 20%. Entretanto, apesar da proposição desta intervenção, estas comunidades permanecem na

mesma condição de Média Salubridade. Mituaçu e Engenho Velho tiveram os mesmos benefícios alocados (SAA, SES e SRS) resultando em melhorias significativas em termos de ISA/JP1, uma evolução de 48,33%. Estas melhorias no ISA/JP1 proporcionaram evoluções onde Mituaçu passou de Insalubre a Média Salubridade enquanto que Engenho Velho promoveu-se da condição de Baixa Salubridade para Salubridade Aceitável. Mumbaba de Baixo e Engenho Velho após os investimentos previstos atingiram ISA/JP1 maiores de 80%. Contudo, em Mumbaba de Baixo apesar de ter sido alocado todos os benefícios que lhe eram ausentes, ainda assim não atingiu a situação de salubridade.

Quadro 5.10 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 36,68% do valor total, R\$ 2.740.150,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	S	81,76	SAC
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	N	73,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

(1) INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

A possível disponibilidade de R\$ 2.740.150,00 para investimento nas comunidades permitiria que em Mumbaba de Baixo e Mituaçu fossem alocados todos os benefícios os quais estas comunidades não contavam; na primeira foram alocados SES+DU; e na segunda comunidade em SAA+SES+SRS+DU, assim como apresenta-se no Quadro 5.10, atingindo as duas a condição de Salubridade Aceitável. Este panorama de investimentos proporcionou grandes evoluções no valor do ISA/JP1 e no estado de salubridade: Mumbaba de Baixo saiu de uma situação de média para Salubridade Aceitável; Mituaçu saiu da condição de insalubridade para a Salubridade Aceitável, registrando-se como uma evolução ainda mais positiva em relação a Engenho Velho. Em Engenho Velho a alocação de SAA+SES+SRS também proporcionou melhorias, saiu de um ISA/JP1 de 30,81% para 80,14%, e uma situação de Baixa Salubridade para a Salubridade Aceitável. Em Colinas do Sul e Gramame foram alocados apenas SES e ambas continuaram na mesma situação de salubridade antes da intervenção, de Média Salubridade.

Quadro 5.11 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 49,43% do valor total, R\$ 3.693.030,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	S	81,76	SAC
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	N	73,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	S	88,61	SAC

(1) INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Com o recurso disponível de R\$ 3.693.030,00 foram alocados SES+DU, em Mumbaba de Baixo; SAA+SES+SRS+DU, em Mituaçu e Engenho Velho; e SES em Gramame e Colinas do Sul. Nestas três primeiras comunidades o investimento geraria uma significativa melhoria no valor do ISA/JP1 e na situação de salubridade, porém em termos numéricos a melhor evolução ocorreu em Engenho Velho seguido de Mituaçu: ambas teriam uma melhoria num acréscimo de mais de 56%, proporcionando assim, uma evolução, respectivamente, de Baixa Salubridade e Insalubre para a situação de Salubridade Aceitável. Gramame e Colinas do Sul permaneceram na mesma condição de salubridade, resultado da diferença de 20% no valor do ISA/JP1.

Quadro 5.12 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 55,86% do valor total, R\$ 4.173.240,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade (1)
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	S	82,26	SAC
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	S	81,76	SAC
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	N	73,98	MSB
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	S	88,61	SAC

(1) INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

No caso explicitado no Quadro 5.12, observa-se que Colinas do Sul foi a única comunidade que não foi contemplada com o investimento em todas os benefícios permanecendo carente em DU, sem alterações na sua situação de Média Salubridade.

Nas demais comunidades, após o investimento previsto, todas se encontrariam numa situação de Salubridade Aceitável, registrando um ISA/JP1 de mais de 80%. No entanto,

ressalta-se que a melhor evolução em valor de ISA/JP1, dentre estas comunidades, ocorreu em Mituaçu, registrando acréscimo 56,91%, seguido de Engenho Velho com 56,80%.

Quadro 5.13 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 68,62% do valor total, R\$ 5.126619,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	N	75,17	MSB
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	N	73,11	MSB
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	N	73,18	MSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	S	82,38	SAC
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Para essa circunstância de investimento, nas comunidades em Mituaçu e Engenho Velho foram alocadas simultaneamente, SAA+SES+SRS. Entretanto, entre estas comunidades, Engenho Velho foi a única a alcançar um estado de Salubridade Aceitável, proporcionado por uma evolução de 48,33% no ISA/JP1. Notadamente, registra-se que assim como Engenho Velho, Mituaçu evolui em dois estágios de situação, passando de Insalubre para Média Salubridade. Já em Colinas do Sul foram alocados além do SES, o DU, ressaltando-se que estes eram os únicos benefícios ausentes na comunidade, com o ISA/JP1 atingindo um acréscimo de 28,40%. Nas outras comunidades foram alocados apenas SES, assim, como exposto no Quadro 5.13. As comunidades Mumbaba de Baixo, Gramame permaneceriam em situação de Média Salubridade. Observando as comunidades que atingiriam uma situação de Salubridade Aceitável após a intervenção, em Colinas do Sul e Engenho Velho, a evolução mais significativa seria registrada na comunidade de Engenho Velho, pois esta sairia de uma condição mais desfavorável, Baixa Salubridade.

Quadro 5.14 – Resultados obtidos para a alocação de investimentos de 79,81% do valor total, R\$ 5.962.576,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocação dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situação da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	S	82,26	SAC
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	N	73,18	MSB
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	S	82,38	SAC
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	N	80,14	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Conforme apresenta o Quadro 5.14, observa-se que Mituaçu e Engenho Velho foram as únicas que não tiveram o benefício DU alocado. Gramame, assim como Mumbaba de Baixo e Colinas do Sul, seriam contemplados com SES + DU.

Os benefícios investidos nestas comunidades proporcionaram um progresso significativo no valor do ISA/JP e, conseqüentemente, na situação de salubridade. Mumbaba de Baixo, Gramame, Colinas do Sul e Engenho Velho atingiriam valores do ISA/JP1 maiores do que 80%, evoluçionando assim para a classificação de Salubridade Aceitável.

Mituaçu foi a única a enquadrar-se na situação de Média Salubridade após o investimento. Entretanto, apesar desta situação menos favorável, nesta comunidade ocorreria melhoria bastante positiva, de mais de 48% no valor do ISA/JP1, o que lhe permitiria sair da condição Insalubre.

Quadro 5.15 – Resultados obtidos para a alocaçãõ de investimentos de 100% do valor total, R\$ 7.4171.003,00 e valores do ISA/JP1 atuais e segundo a alocaçãõ dos benefícios priorizados

Comunidade	Atual		Benefícios Priorizados				Proposta	
	ISA/JP1	Situaçãõ da Salubridade ⁽¹⁾	SAA	SES	SRS	DU	ISA/JP1	Situaçãõ da Salubridade ⁽¹⁾
Mumbaba de Baixo	55,17	MSB	E	S	E	S	83,97	SAC
Gramame	53,11	MSB	E	S	E	S	82,26	SAC
Mituaçu	24,85	INS	S	S	S	S	81,76	SAC
Colinas do Sul	53,98	MSB	E	S	E	S	82,38	SAC
Engenho Velho	31,81	BSB	S	S	S	S	88,61	SAC

⁽¹⁾ INS – Insalubre; BSB – Baixa Salubridade; MSB – Média Salubridade; SAC – Salubridade Aceitável.

Para o cenário resumido no Quadro 5.15 todos os benefícios ausentes nas comunidades seriam alocados. Mesmo assim, apesar desta evoluçãõ muito significativa, nenhuma comunidade atingiria a situaçãõ Salubre. Ressalta-se, portanto a evoluçãõ de Mituaçu e Engenho Velho que, na ausênciã de investimentos, eram as comunidades mais difíceis para o atingimento da situaçãõ Salubridade Aceitável.

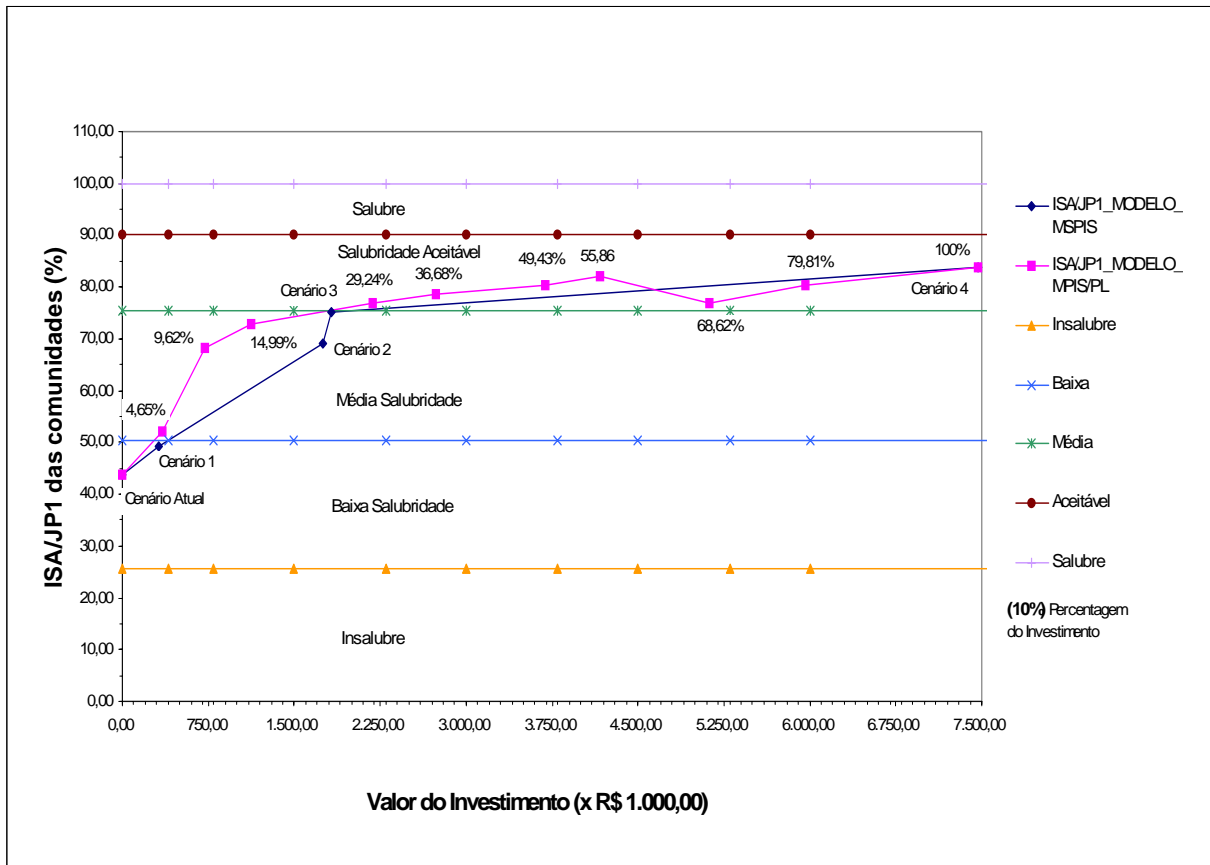


Figura 5.7 – Evolução do ISA/JP1 médio das comunidades segundo os modelos de priorização de investimentos MSPIS e MPIS/PL

O objetivo dos modelos MSPIS e MPIS/PL é oferecer as melhores alternativas de investimento, interpretadas como as que mais contribuem para o aumento da salubridade ambiental com os menores valores de investimento.

No entanto, não é perfeitamente adequada a comparação entre os resultados dos modelos de priorização desenvolvidos, já que a maneira de alocação dos benefícios nas comunidades é bastante diversa entre os modelos, embora o objetivo seja o mesmo..

Mesmo assim, a comparação vista na Figura 5.7 mostra a clara superioridade do modelo MPIS/PL na tarefa de priorização de investimentos visando os melhores valores de salubridade ambiental nas comunidades estudadas, representados pelo ISA/JP1, frente aos resultados do modelo MSPIS. Com efeito, os valores do indicador ISA/JP1 são sempre maiores do que os outros para valores de investimentos equivalentes até 55,86% do total a ser investido em todos os benefícios ausentes nas comunidades.

A consideração da drenagem urbana, como um benefício a ser alocado em todas as comunidades segundo o modelo MSPIS, inviabilizou, no caso, a comparação entre os resultados dos modelos a partir da ocorrência da alocação deste benefício em pelo menos uma

comunidade. Esta dificuldade poderia ser contornada a partir da construção de subcenários de investimento em drenagem urbana, alocando cumulativamente este benefício para as comunidades a partir dos menores valores a serem investidos.

6.1 Desenvolvimento e Aplicação do Modelo ISA/JP1

O desenvolvimento do modelo ISA/JP1 para avaliação da salubridade ambiental mostrou-se, como uma evolução do ISA/JP, satisfatório, na medida em que apontou como respostas adequadas às diferenças entre as condições de salubridade nas comunidades estudadas.

A introdução do subindicador de condições de moradia permitiu a consideração da situação dos domicílios quanto à sua adequação referente aos materiais e condições sanitárias, além da avaliação da habitabilidade quanto aos espaços *per capita*.

Em particular, este subindicador pode servir de parâmetro para a eleição de políticas de implantação de melhorias sanitárias domiciliares para controle de doenças e outros agravos ocasionados pela falta ou inadequação das condições de higiene nos domicílios.

Quanto à aplicação do modelo ISA/JP1 nas comunidades analisadas, os resultados variaram entre os 55,17 e 24,85 %, indicando situações de Média Salubridade a Insalubre. Nos casos de Gramame, Colinas do Sul e Mumbaba de Baixo, apesar de obtenção de melhores condições em relação aos de Mituaçu e Engenho Velho, os resultados indicaram ser merecedores da devida consideração para inclusão em futuras intervenções visando alcançar o estado de Salubridade. Mesmo na mais bem sucedida das comunidades em relação às condições de salubridade ambiental, Mumbaba de Baixo com um ISA/JP1 igual a 55,17%, esta se encontra próximo do mínimo no intervalo de Média Salubridade, ou seja, está relativamente próximo da escala de Baixa Salubridade.

Os resultados do ISA/JP1 apontaram condições de Insalubridade Ambiental na comunidade Mituaçu em valor muito baixo. Indicam a urgente necessidade de ações estruturais, principalmente nos serviços de saneamento básico, quais sejam abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

A existência dos serviços de abastecimento de água da CAGEPA e coleta de lixo da EMLUR foram responsáveis pela classificação Média Salubridade nas comunidades Gramame, Mumbaba de Baixo e Colinas do Sul.

A ausência de redes de esgotamento sanitário e respectivos sistemas de tratamento em todas as comunidades, obviamente, não contribuíram em nenhum ponto favorável à salubridade ambiental.

Em relação à drenagem de águas pluviais, a análise indicou situação bastante precária.

Os cálculos do subindicador de controle de vetores Icv nas comunidades de Gramame e Colinas do Sul resultaram nos menores dos valores entre as comunidades. Esta realidade expressa a fragilidade da saúde da população destas comunidades quanto às doenças observadas, principalmente pela deficiência de condições sanitárias apropriadas à promoção da salubridade.

Quanto ao indicador de recursos hídricos, o valor obtido em Mituaçu aponta para a necessidade maior de intervenções, principalmente quanto à qualidade da água oferecida à população. No entanto, não se deve desconsiderar a situação de Engenho Velho, pois apesar do resultado deste ter sido animador, deve-se ressaltar que esta comunidade possui um maior número de poços e alguns não foram contemplados nas análises da água bruta.

Apesar das residências nas comunidades estudadas, em sua maioria, apresentarem características típicas de comunidades de baixa renda, caracterizando-se como moradias simples, considerando os parâmetros analisados no subindicador de condições de moradia, estas não se apresentam desfavoráveis. Ademais, os valores do Icm das comunidades não variaram muito, revelando que as mesmas apresentam bastante semelhança com relação às características abordadas no subindicador de condições de moradia.

Os subindicadores relativos à educação e renda, como era de se esperar, revelaram grandes deficiências das condições dos moradores das comunidades quanto à oferta de serviços educacionais e ausência de aplicação de políticas de geração de emprego e renda.

6.2 Desenvolvimento e Aplicação dos Modelos de Priorização de Investimentos

6.2.1 O Modelo MSPIS

O objetivo do desenvolvimento de modelos de priorização era alocar os benefícios passíveis de implantação imediata e com maiores impactos na salubridade ambiental como os relativos a abastecimento d'água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, definidos como ações saneamento básico.

No modelo MSPIS descrito, foi adotado apenas como critério fundamental para priorização, a importância relativa ao segmento do saneamento básico. Assim na ordem

decrecente de importância, tem-se: o abastecimento d'água seguido do esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, estes últimos com menores prioridades para alocação.

Evidentemente, este modelo expressa um critério simples, porém sua concepção foi baseada em pesquisas efetuadas com especialistas consultados, no caso para as comunidades estudadas. Em outra aplicação, o modelo teria que ser repensado quanto à esta concepção no tocante à prioridades relativas aos segmentos do saneamento básico.

A aplicação do MSPIS, no entanto, permite ao gestor público, a tomada de decisão com base em um critério considerado consistente e robusto, a salubridade ambiental da comunidade, na medida da disponibilidade financeira do órgão público envolvido. Acrescente-se a vantagem da simplicidade do método, que é patente, após a definição dos benefícios e os valores dos devidos investimentos.

Alguns resultados importantes podem ser destacados como a ocorrência da situação de média salubridade para todas as comunidades, quando da alocação de benefícios de abastecimento de água e esgotamento sanitário, no valor de R\$1.751.146,00 equivalente a 23,44% do total dos investimentos para as comunidades.

Para a situação de salubridade aceitável, a primeira ocorrência registra-se quando 24,48% do valor total para ser investido é alocado na comunidade de Engenho Velho.

Em todas as comunidades, esta condição de salubridade aceitável aconteceria somente quando 100% do valor disponível para investimento fosse alocado segundo o cenário IV.

Nenhuma das comunidades atingiria a condição Salubre. Os benefícios existentes que não são todos pontuados com os valores máximos, bem como os subindicadores complementares, não permitem a evolução para esta situação.

6.2.2 O Modelo MPIS/PL

O modelo MPIS/PL abrange uma metodologia menos simples em comparação ao MSPIS, na medida em que se utiliza da técnica da programação linear mista. Nesta estabelece-se uma função objetivo além de uma série de critérios multivariados, para alcançar a maximização de uma função, correspondente ao segmento saneamento básico do indicador ISA/JP1, ponderada pelos valores das populações de cada comunidade em análise. A saída do modelo são as variáveis de alocação 1 ou 0, significando alocação ou não dos diversos benefícios em consideração.

É interessante destacar alguns resultados mais expressivos como, ao se investir apenas 9,62% do valor total, R\$ 718.494,00; registra-se a primeira ocorrência da situação de Salubridade Aceitável, deslocando a comunidade de Engenho Velho da situação de Baixa Salubridade para a Salubridade Aceitável. Outro resultado notável aparece quando 36,68% do valor total são investidos e três das cinco comunidades alcançam à situação de Salubridade Aceitável, enquanto as outras passam a uma condição de Média Salubridade.

O MPIS/PL revelou-se como um método objetivo, de fácil aplicabilidade e adaptáveis a outras comunidades ou agrupamentos de ocupações espontâneas ou bairros ou até pequenos centros urbanos, em diferentes condições.

O objetivo dos modelos desenvolvidos MSPIS e MPIS/PL é oferecer as melhores alternativas de investimento, interpretadas como as que mais contribuem para o aumento da salubridade ambiental com os menores valores de investimento.

Apesar de não ser perfeitamente adequada a comparação entre os resultados dos modelos de priorização desenvolvidos, já que a maneira de alocação dos benefícios nas comunidades difere entre os modelos, os resultados mostraram a clara superioridade do modelo MPIS/PL na tarefa de priorização de investimentos visando os melhores valores de salubridade ambiental nas comunidades estudadas, representados pelo ISA/JP1.

As vantagens do uso do modelo MPIS/PL são visíveis uma vez que este oferece mais opções de investimentos de menor porte para mais benefícios em todas as comunidades analisadas, com respostas bastante positivas expressas no indicador ISA/JP1 para recursos financeiros baixos relativamente ao total dos valores orçados.

Um avanço na concepção dos modelos está na versatilidade em oferecer aos gestores públicos um leque de opções visando o aumento de salubridade ambiental, que sejam compatíveis com os recursos disponíveis ou a serem disponibilizados pelas diversas instancias de governo.

6.3 Sugestões para Futuras Pesquisas

Tendo em vista a importância do tema para a Engenharia Ambiental no segmento urbano e os relevantes questionamentos ainda pendentes sobre os indicadores ambientais, são recomendados como decorrência deste trabalho o desenvolvimento dos estudos e pesquisas a seguir:

- i) Estudo sobre a eficiência da coleta de resíduos sólidos e sua forma de inserção no subindicador pertinente;

- ii) Estudo de sistematização das fontes disponíveis de dados úteis para o cálculo dos indicadores ambientais nas instâncias de ocupações espontâneas, comunidades periurbanas, setores urbanos, bairros e pequenos aglomerados urbanos;
- iii) Desenvolvimento de um aplicativo computacional para o cálculo automatizado da hierarquização de investimentos em saneamento básico contemplando os modelos desenvolvidos;
- iv) Desenvolvimento de modelos de hierarquização considerando outros projetos no âmbito do saneamento ambiental como os especificados nos órgãos brasileiros oficiais de saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. P.; ABIKO, A. K. **Indicadores de Salubridade Ambiental em Favelas localizadas em áreas de Proteção aos Mananciais: o caso da favela Jardim Floresta.** São Paulo: EPUSP/USP, 2000. 28p. (Boletim Técnico / Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/264). Disponível em: <http://publicações.pcc.usp.br/PDF/BT/264.pdf>. Acesso: 19 jun. de 2005.

_____. **Relatório Final do Projeto Estruturante PjE1: “Indicadores de Salubridade Ambiental Local/ ISAL”.** São Paulo: EPUSP/USP, 2004. 72p. Disponível em: <http://alexabiko.pcc.usp/pesquisas.htm>. Acesso: 19 jun. de 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426: Plano de Amostragem e Procedimento na Inspeção por Atributos.** Rio de Janeiro/RJ, 1985. 64p.

AZEVEDO NETTO, J. M. de; BOTELHO, M. H. C. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações.** São Paulo: PINI, 1991. 229 p.

BATISTA, M. E. M. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para Gestão Urbana baseado em Indicadores Ambientais.** 2005. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

_____. SILVA, T. C. da. O Modelo ISA/JP – Indicador de Performance para Diagnóstico do Saneamento Ambiental Urbano. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 11, n 1, p.62-71, jan./mar. 2006.

BORJA, P. C. **Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana.** 1997. 239f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.

_____. MORAES, L. R. S. Indicadores de Saúde com Enfoque para a área de Saneamento. Parte I - Aspectos Conceituais e Metodológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro/RJ, v. 8, n 1/2, p.13-25, jan./mar.-abr./jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Representação da OPAS/OMS no Brasil. **Avaliação e Impacto na Saúde das Ações de Saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica.** Brasília, 2004. 117p. Disponível em: www.funasa.gov.br/web%Funasa/pub/pdf/Mnl-Impacto.pdf. Acesso em: 15 abr. de 2004.

BRASIL. Projeto de Lei nº. 5.296/2005. Proposição sujeita a apreciação do plenário. Apresentação em 23 mai. 2005. **Em Tramitação na Câmara dos Deputados**. Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=286716. Acesso em: 11 març. de 2005..

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conama nº. 357, 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 març. 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 11 març. de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de març. 2004. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=10959>. Acesso em :11 març. de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável**: Diretrizes para Implantação. Brasília, 1995. 80 p. <http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/plan1.pdf#search=%22%22%20Plano%20Nacional%20de%20Sa%C3%BAde%20e%20Ambiente%20no%20Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%22%22>. Acesso em: 15 jan. 2006.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Portaria nº 151, de 20 fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 de fev. 2006. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/web%20Funasa/Legis/pdfs/portarias/Port_151_2006.pdf. Acesso em : 15 jan. de 2006.

CEGALLA, D. P. **Dicionário Escolar da Língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 960 p.

COHEN, S. C. **Habitação Saudável como Caminho para a Promoção da Saúde**. 2004. 167f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz/MS, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://teses.cict.fiocruz.br/cgi-bin/wxis1660.exe/lildbi/iah/>. Acesso em: 05 set. de 2005.

DALTRO FILHO, J.; SALES, A. T. C. Avaliação de Dois Critérios de Medida do Nível de Salubridade de Habitações: Estudo de caso no semi-árido de Sergipe. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO –34ª ASSEMBLÉIA NACIONAL, 8., 2004, Caxias do Sul/RS. **Anais Eletrônicos**. Caxias do Sul: ASSEMAE, 2004. p.1-2. Disponível em: <http://www.assemae.org.br/aprovados.doc>. Acesso em: 05 set. de 2005

_____. Condições de Salubridade de Habitações em uma Comunidade do Semi-Árido de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville/SC. **Anais Eletrônicos**. Joinville: ABES, 2003. p.1-4. 1 CD-ROM.

DIAS, M. C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo de caso em Salvador, Bahia**. 2003. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

_____. BORJA, P. C; MORAIS, L. A. C. Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo de caso em Salvador - Bahia. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 09, n 1, p. 82-92, jan/març 2004.

FINK, D. R. Legislação Ambiental Aplicada. In: PHILIPP JR, A. (Editor.) **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. II. Coleção Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2005. p 733 –759.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Base de Informações por Setor Censitário – João Pessoa, Estado da Paraíba**. Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro. 1 CD-ROM

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ESTATÍSTICO MUNICIPAL E ESTADUAL- IDEME. **Anuário Estatístico da Paraíba**. Paraíba, 2000/2003. 1 CD-ROM.

JANUZZI, P.M. **Indicadores Sociais no Brasil: Conceitos, Fontes de Dados e Aplicações**. Campinas: Alínea Editora, 2001.

JANNUZZI, P. M. Curso de Capacitação em Indicadores Sociais: ênfase em indicadores municipais. In MARTINELLI, P. **Qualidade Ambiental Urbana em Cidades Médias : Proposta de Modelo de Avaliação para o Estado de São Paulo**. 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2004.

JANNUZZI, P. M. Repensando a prática de uso de indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. In: DIAS, M. C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo de caso em Salvador, Bahia**. 2003. 171f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

KEINERT, T. M. M.; KARRUZ, A. P.; KARRUZ; S. M. Sistemas Locais de Informações e a Gestão Pública da Qualidade de Vida nas Cidades. **Revista Terra Livre (on-line)**, São Paulo/SP, v 1, n. 18, p.115-132, jan/jun 2002. Disponível em: www.org/agnacional/terralivre18/keinert.pdf. Acesso: 15 mai. de 2006.

KOHLER, M.C.M. **AGENDA 21 LOCAL: Desafios de sua Aplicação. Experiências de São Paulo, Rio de Janeiro, Santos e Florianópolis.** 2003. 185f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LEMOS, W. S. Gestão de Competências: A Utilização do Método Delphi em um Estudo de Caso. **Revista Acadêmica Alfa:** Faculdade Álvares Farias, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 1-4, mai./out. 2004. 1. Disponível em: www.alfa.br/revista/pdf/2.pdf. Acesso em: 05 fev. de 2006.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P; NETTO, O. M. C; NASCIMENTO, N. O. Os Indicadores como Instrumento Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil – Resultados de um Painel de Especialistas. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 8, n. 4, p. 49-67, out/dez, 2002.

MARTINELLI, P. **Qualidade Ambiental Urbana em Cidades Médias : Proposta de Modelo de Avaliação para o Estado de São Paulo.** 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADE (2005a). **1ª Conferência das Cidades.** 23 a 26 de outubro de 2003, Brasília – DF. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php?option=content&task=section&id=35&menufid=545&menupid=150&menutp=conferencia>. Acesso em: mai. de 2005

MIRANDA, A. B. **Sistemas Urbanos de Águas e Esgotos: Princípios de Indicadores de Sustentabilidade.** 2003. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2003. Acesso em: 02 ago. de 2005

MURTA, A. S. Políticas Públicas e Qualidade de Vida. **Instituto Cultiva: Banco de Textos**, Minas Gerais, s.d. Qualidade de Vida. Disponível em: www.cultiva.org.br/textos/qualidade-vida. Acesso em: 15 mai. de 2005

NAHAS, M. I. P. Indicadores Intra-urbanos como Instrumento de Gestão da Qualidade de Vida Urbana em Grandes Cidades: discussão teórica-metodológica. In: GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral – SEPL. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES. **Governança Democrática 2005: Planejamento Público e Indicadores Sociais.** Curitiba, PA, 2005. p.7-30.

NEVES, C.; NEVES, M. dos S. Proposta Metodológica para Seleção e Hierarquização de Projetos de Saneamento. In: SIMPÓSIO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10, 2003, Bauru. **Anais....** Bauru, 2003. p. 1-10.

NOSSO FUTURO COMUM. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. In: SILVA, T. M. C. e; SANTOS, A. S. dos. **Instrumentos Internacionais na Defesa do Direito Urbanístico**. CONGRESSOS CONPEDI, 2006. **Anais Eletrônicos**. Manaus: CONPEDI, 2006. p. 17p. Disponível em: <http://www.conpedi.org/manaus/arquivos/Anais/Tatiana%20Monteiro%20Costa%20e%20Silva%20e%20Adelson%20Silva%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 11 nov. de 2006.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. **Core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris: OECD, 1993. <http://lead.virtualcentre.org/en/dec/toolbox/Refer/gd93179.pdf> Acesso : 05 de ago. de 2006

OLIVEIRA, C. L. de. **Adaptação do ISA, Indicador de Salubridade Ambiental ao Município de Toledo**. 2003. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: [teses. www.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7684.pdf](http://www.eps.ufsc.br/defesa/pdf/7684.pdf). Acesso em: 02 ago. de 2005

PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. Decreto nº. 5.577/06, 13 de janeiro de 2006. **Semanário Oficial**, Poder Executivo, Paraíba, JP, 13 de jan. 2006.

_____. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídrico e Minerais. **Plano Diretor dos Recursos Hídricos da Paraíba. Paraíba, 2000**. 1 CD-ROM

PIZA, F. J. de T.; GREGORI, L. Indicador de Salubridade Ambiental – ISA In: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro/RJ. **Anais Eletrônicos**. Rio de Janeiro: ABES/AIDIS, 1999. p. 2913-2922. 1 CD-ROM.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH**. Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/>. Acesso em: 20 de ago. 2006.

PRADO, D. S. do. **Programação Linear**. Belo Horizonte/MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999. 208p. (Série Pesquisa Operacional, 1).

PRESTES, E. M. de T. Aspectos do Envolvimento Público e Técnicas de Previsão e Análise das Tendências dos Processos de Gestão por Emilia Maria de Trindade Prestes. In: SANTOS, C. A. G. *et al.* **Gestão de Recursos Hídricos: Gerenciamento de Bacias Hidrográficas**. UFCG/UFPB/UNESCO, 2004. 231p.

RIBEIRO, M. F. C. **Avaliação do Índice de Salubridade Ambiental por Setores Urbanos, dentro do Conceito de Cidades Saudáveis: O Caso de João Pessoa - PB**. 2004. 109 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2004.

ROMERA e SILVA, P. A. **Contribuição para o Estabelecimento de Metodologia de Suporte à Decisão em Políticas de Saneamento**. 2000. 192 f. Tese (Doutorado em Geociência e Meio Ambiente) – Pós –Graduação em Geociência e meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de Paulista, Rio Claro, 2000. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TG/413/a_capa.pdf#search=%22Contribui%C3%A7%C3%A3o%20para%20o%20Estabelecimento%20de%20Metodologia%20de%20Suporte%20%C3%A1%20Decis%C3%A3o%20em%20Políticas%20de%20Saneamento.%20%22. Acesso em: 15 jan. de 2006.

RUFINO, R. C. **Avaliação da Qualidade Ambiental do Município de Tubarão (SC) através do uso de Indicadores Ambientais**. 2002. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em : teses.epc.ufsc.br/resumo.asp?3391. Acesso em : 16 mai. de 2005.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento e Obras. **Indicador de Salubridade Ambiental – ISA: Manual Básico**. São Paulo, 1999.

SEBRAE. **A questão ambiental: O que todo empresário precisa saber**. Newton de Castro (Org). Brasília: SEBRAE, 1996.

SILVA, T. C. da; LEMOS, L. C. K. ; SANTOS, V. D. dos. Avaliação de Indicadores de Salubridade Ambiental em Centros Urbanos da Bacia do Rio Taperoá, Estado da Paraíba.. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba. **Anais Eletrônicos**. Porto Alegre : ABRH, 2003. 1CD-ROM.

TEIXEIRA, J. C.; HELLER, L. Modelo de Priorização de Investimentos em Saneamento com Ênfase em Indicadores de Saúde: Desenvolvimento e Aplicação em uma Companhia Estadual. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 6, n 3-4, p.138-146, jul/set-out/dez, 2001.

_____. Priorização de Investimentos em Saneamento baseada em Indicadores Epidemiológico e Financeiro. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.8, n 3, p.187-195, jul/set, 2003. .

WILL, J; BRIGGS, D. Developing Indicators for Environment and Health. **World Health Statistics Quarterly**, Huddersfield/Reino Unido, v. 48, n. 2, p. 155-163, 1995. Disponível

em:http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=8585234&dopt=Abstract. Acesso em : 16 mai. de 2005.

APÊNDICES

Apêndice A

Mapa da Comunidade de Mumbaba de Baixo

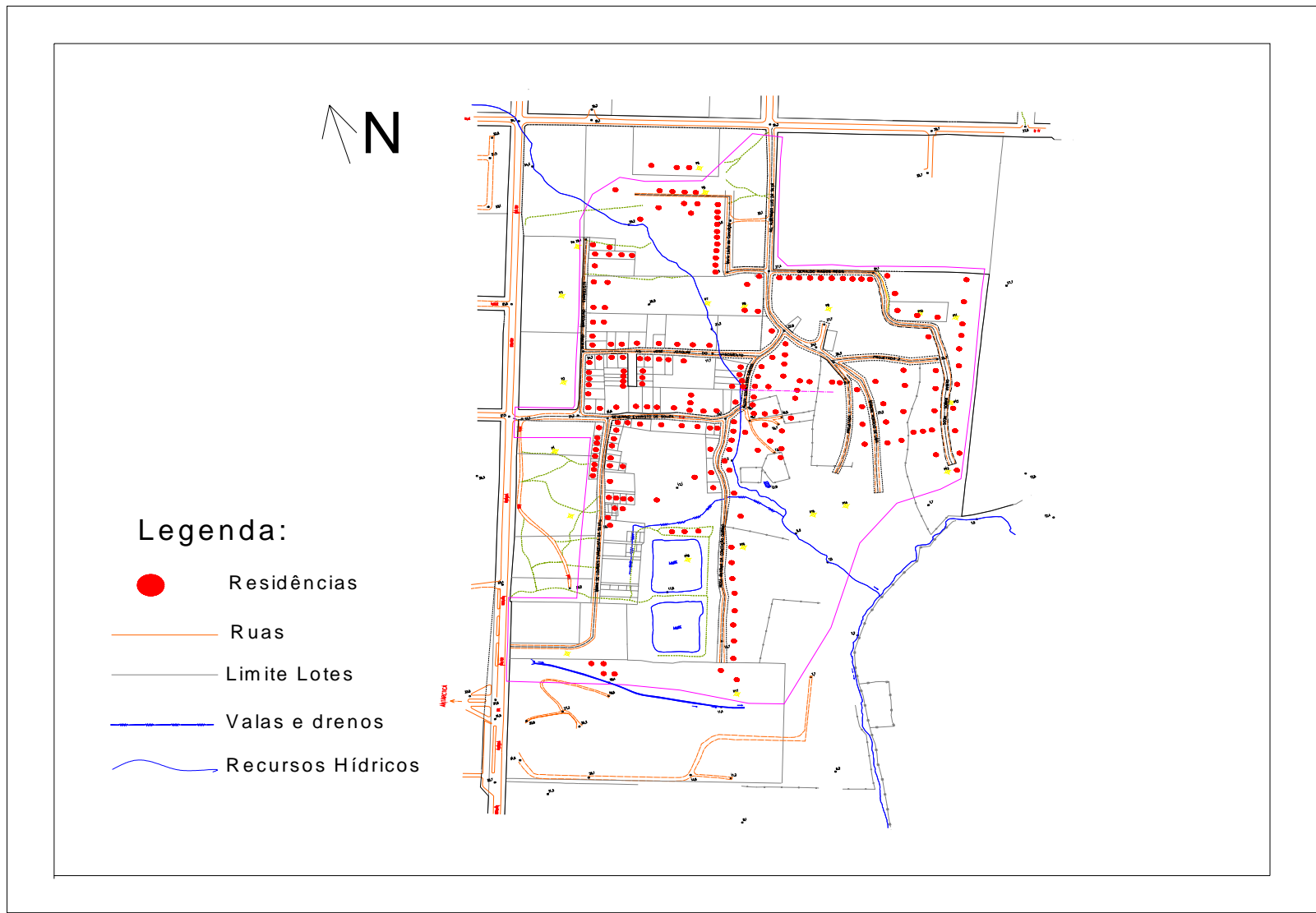


Figura A. 1 – Comunidade de Mumbaba de Baixo

Apêndice B

Mapa da Comunidade de Gramame

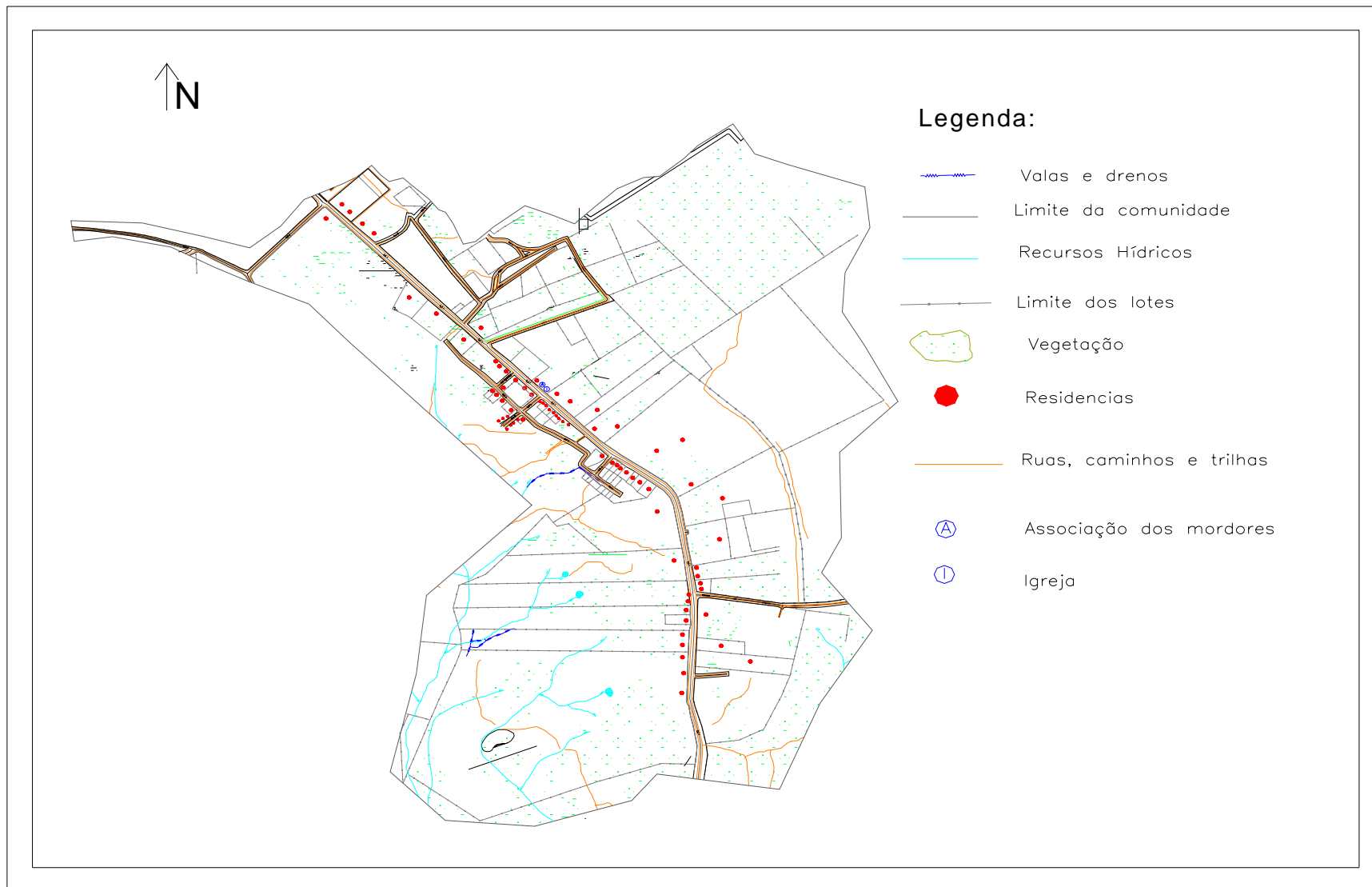


Figura B.1 – Comunidade de Gramame

Apêndice C

Mapa da Comunidade de Mituaçu

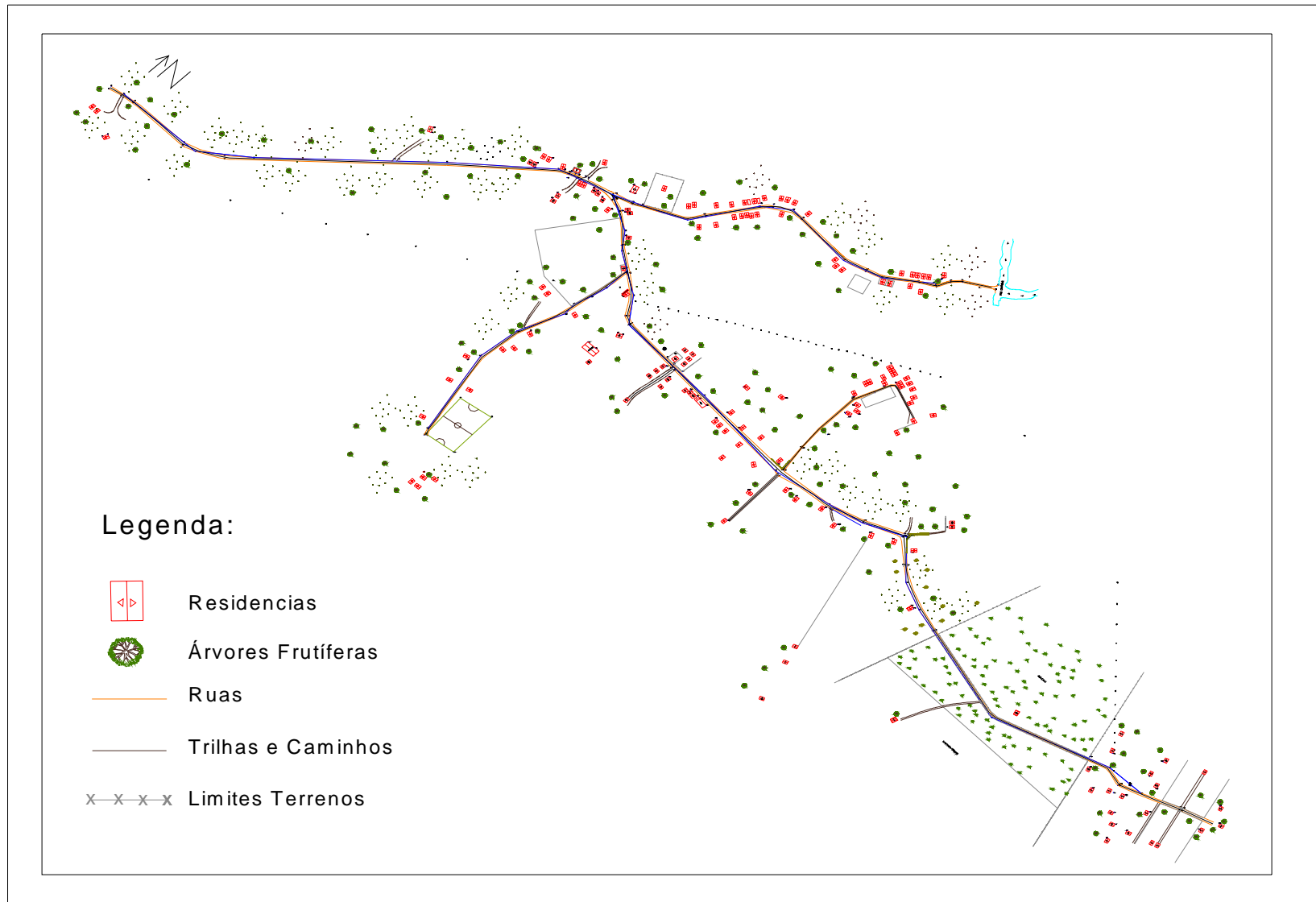


Figura C.1 – Comunidade de Mituaçu

Apêndice D

Mapa da Comunidade de Colinas do Sul

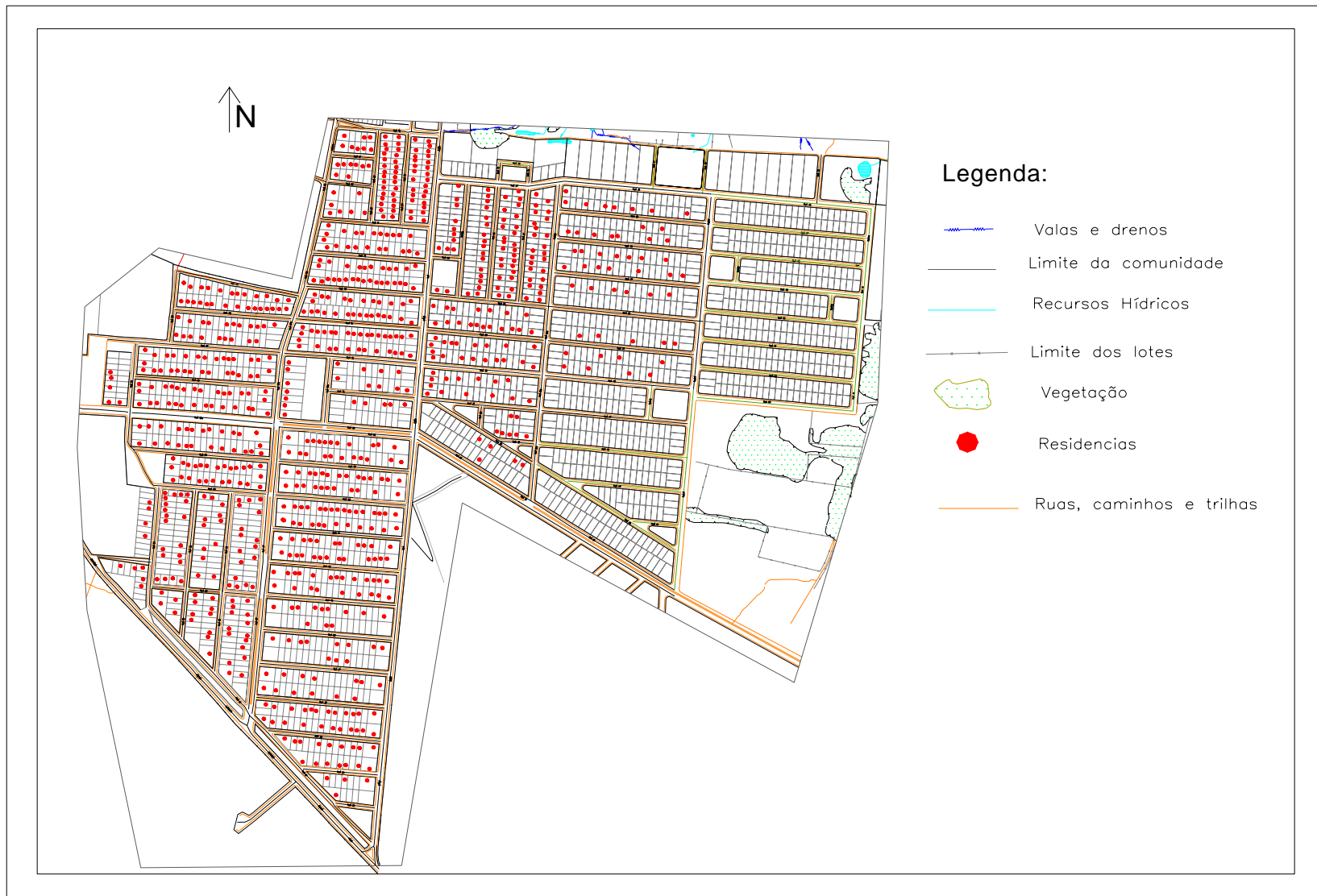


Figura D. 1 – Comunidade de Colinas do Sul

Apêndice E

Mapa da Comunidade de Engenho Velho

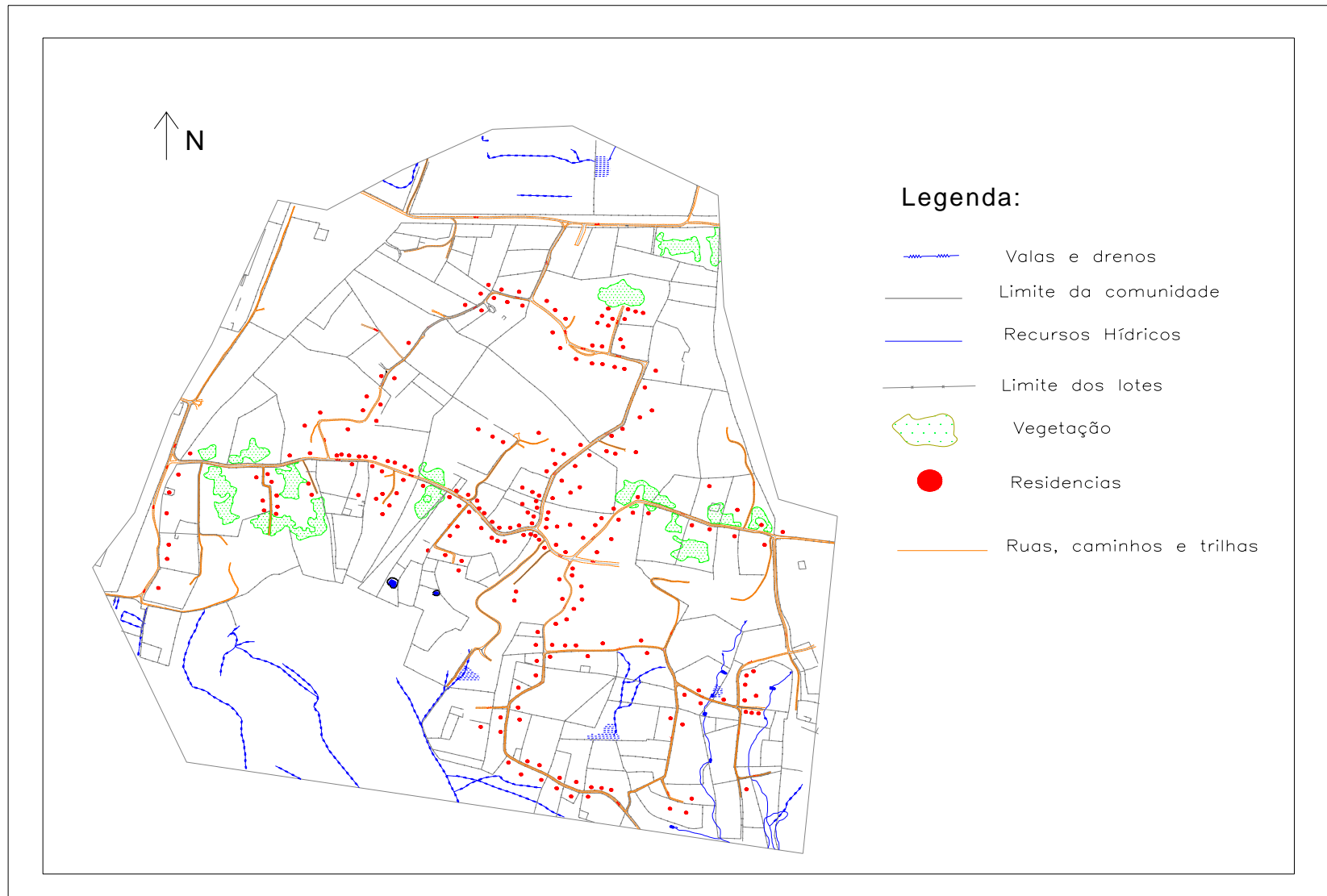


Figura E. 1 – Comunidade de Engenho Velho

Apêndice F

Quadro dos resultados referentes aos subindicadores de 2º ordem do Modelo ISA/JP1 aplicado nas comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame

Quadro A.1 – Resultados referentes aos subindicadores de 2º ordem do Modelo ISA/JP1 aplicado nas comunidades periurbanas da Bacia do Baixo Gramame

SubIndicador de 1ª Ordem	SubIndicador de 2ª Ordem	Comunidades				
		Mumbaba de Baixo	Gramame	Mituaçu	Colinas do Sul	Engenho Velho
Iab	I _{ca}	100,00	95,00	0,00	100,00	0,00
	I _{qa}	80,00	80,00	0,00	80,00	0,00
	I _{sa}	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ies	I _{ce}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I _{te}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	I _{se}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Irs	I _{cr}	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00
	I _{qr}	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00
	I _{sr}	100,00	100,00	0,00	100,00	0,00
Icv	I _{vd}	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00
	I _{ve}	25,00	0,00	0,00	25,00	0,00
	I _{vl}	100,00	25,00	100,00	25,00	100,00
Irh	I _{qb}	80,00	80,00	0,00	80,00	80,00
	I _{dm}	50,00	50,00	100,00	50,00	100,00
	I _{fi}	80,00	80,00	0,00	80,00	100,00
Idu	I _{du}	11,95	8,52	14,23	15,99	15,35
Icm	I _{dh}	54,81	60,28	61,32	60,08	61,72
	I _{qh}	74,59	69,94	55,26	76,10	67,75
Ise	I _{sp}	15,00	100,00	92,50	70,00	85,00
	I _{ed}	56,21	12,41	54,53	68,75	30,26
	I _{rf}	1,41	100,00	8,72	43,10	15,20

Apêndice G

Modelo do questionário aplicado na pesquisa de campo para o levantamento das informações referentes às condições de moradia

Questionário para o levantamento das informações pertinentes ao subindicador de condições de moradia.

Data: _____/_____/_____

Nome do entrevistador: _____

Nome do entrevistado: _____

Endereço residencial: _____

Bairro/Localidade: _____

1) Condições de Moradia

1) Qual a área construída da casa (largura X comprimento-m²)? _____

2) Qual o número de cômodos (considerar todas as partes dentro da casa)? _____

3) Qual o número de quartos? _____

4) Existe banheiro? () Sim () Não

4.1) Se Sim, qual o número de banheiros? _____

4.2) E onde está localizado?() interno() externo

4.3) Quantos aparelhos sanitários, pia, chuveiro, bacia sanitária, duchinha higiênica e bidê, existem nos banheiros?

(Numere as quantidades dos aparelhos sanitários)

Interno-1º)_____, 2º)_____, 3º)_____

Externo:1º)_____, 2º)_____, 3º)_____

5) Existe cozinha?() Sim () Não

5.1) Se Sim, tem pia? () Sim () Não

6) Qual o material da parede da residência?

() Alvenaria (tijolo) () Mista () Taipa
() Madeira () Outros: _____

7) Qual o revestimento utilizado nas paredes?

- Reboco Simples (argamassa, cerâmica)
- Material Alternativo: _____
- Não é rebocado

8) Qual o material utilizado na cobertura da casa?

- Forrado (laje, forro de gesso ou madeira)
- Telhado (Só telha e madeira)
- Material Alternativo: _____

9) Qual o material do piso da residência (casa)?

- Cerâmico ou similar Cimentado
- Sem revestimento

ANEXOS

Anexo A

Metodologia do Modelo ISA/JP1

Metodologia do Modelo ISA/JP1

- **Indicador de Abastecimento de Água (I_{ab})**

O Indicador de Abastecimento de Água ou Subindicador de 1ª ordem I_{ab} , é calculado a partir da média aritmética dos seguintes subindicadores de 2ª ordem: I_{ca} (cobertura de abastecimento de água, atendimento), I_{qa} (qualidade da água distribuída) e I_{sa} (saturação do sistema produtor, quantidade), ou seja:

$$I_{ab} = \frac{I_{ca} + I_{qa} + I_{sa}}{3} \quad (32)$$

O Indicador de Cobertura de Abastecimento de Água ou Subindicador de 2ª ordem I_{ca} , é calculado a partir da seguinte expressão:

$$I_{ca} = \frac{Dua \times 100}{Dut} \quad (33)$$

Onde:

I_{ca} – Índice de cobertura de água

Dua – Domicílios urbanos atendidos (públicos e particulares)

Dut – Domicílios urbanos totais.

*Período de atualização: a cada 6 meses (junho/dezembro).

O Indicador de Qualidade da Água Distribuída ou Subindicador de 2ª ordem I_{qa} , referente-se às análises bacteriológicas da água do sistema de abastecimento público. Calcula-se o I_{qa} a partir da seguinte expressão:

$$I_{qa} = K \times \frac{NAA}{NAR} \times 100 \quad (34)$$

Sendo,

$$K = \frac{n^\circ \text{ amostras} \cdot \text{realizadas}}{n^\circ \text{ mínimo} \cdot \text{de} \cdot \text{amostras} \cdot \text{a} \cdot \text{serem} \cdot \text{efetuadas} \cdot \text{pelo} \cdot \text{SAA}} \quad (35)$$

Onde:

I_{qa} – Índice da qualidade da água distribuída: porcentagem do volume considerado adequado no mês crítico do período da atualização

$K \leq 1$

NAA – Quantidade de amostras consideradas como sendo de água potável relativa à colimetria, cloro e turbidez numa primeira etapa e, no futuro, o total da Portaria nº. 518/2004 do Ministério da Saúde

NAR – Quantidade de amostras realizadas.

* Período de atualização: a cada 6 meses (junho/dezembro).

O Indicador de Saturação do Sistema Produtor ou Subindicador de 2ª ordem I_{sa} , é obtido através do cálculo e da análise do “n” dado pela seguinte expressão:

$$n = \frac{\log \frac{CP}{VP(K2/K1)}}{\log(1+t)} \quad (36)$$

Onde:

n – Número de anos em que o sistema ficará saturado

VP – Volume de produção necessário para atender 100% da população atual

CP – Capacidade de produção

t – Taxa de crescimento anual médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA

K_1 – Perda atual

K_2 – Perda prevista para os 5 anos.

* Período de atualização: anualmente (dezembro) ou quando houver expansão, ampliação ou construção de novos sistemas de tratamento e/ou eventuais correções ou atualização de cadastros.

• **Indicador de Esgotamento Sanitário (I_{es})**

O Indicador de Esgotamento Sanitário ou Subindicador de 1ª ordem I_{es} , é calculado a partir da média aritmética dos seguintes sub-indicadores de 2ª ordem: I_{ce} (cobertura em coleta de esgotos e tanques sépticos), I_{te} (tratamento de esgotos e tanque sépticos) e I_{se} (saturação do tratamento), ou seja:

$$I_{es} = \frac{I_{ce} + I_{te} + I_{se}}{3} \quad (37)$$

O Indicador de Cobertura em Coleta de Esgotos e Tanques Sépticos ou Subindicador de 2ª ordem I_{ce} , tem seu resultado obtido através da seguinte expressão:

$$I_{ce} = \frac{Due}{Dut} \times 100 \quad (38)$$

Onde:

Due – Domicílios urbanos atendidos por coleta mais tanques sépticos

Dut – Domicílios urbanos totais

* Período de atualização: a cada 6 meses (junho/dezembro).

O Indicador de Tratamento de Esgotos ou Subindicador de 2ª ordem I_{te} , é calculado pela expressão:

$$I_{te} = i_{ce} \times \frac{VT}{VC} \times 100 \quad (39)$$

Onde:

i_{te} – Índice de esgotos tratados

i_{ce} – Índice de cobertura de esgotos

VT – Volume tratado de esgotos medido ou estimado nas estações em áreas servidas por rede de esgotos

VC – Volume coletado de esgotos

VC = 0,80 * volume consumido de água

*Período de atualização: a cada 6 meses (junho/dezembro).

O Indicador Saturação do Tratamento de Esgotos ou Subindicador de 2ª ordem I_{se} , é obtido através do cálculo e da análise do valor de n, dado pela seguinte expressão:

$$n = \frac{\log \frac{CT}{VC}}{\log(1+t)} \quad (40)$$

Onde:

n – Número de anos em que o sistema ficará saturado

VC – Volume coletado de esgotos

CT – Capacidade de tratamento

t – Taxa de crescimento anual ou médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA.

*Período de atualização: anualmente (dezembro) ou quando houver expansão, ampliação ou construção de novos sistemas de tratamento e/ou eventuais correções ou atualização de cadastros.

• **Indicador de Resíduos Sólidos (I_{rs})**

O Indicador de Resíduos Sólidos ou Subindicador de 1ª ordem I_{rs} , é calculado a partir da média aritmética entre os seguintes subindicadores de 2ª ordem: I_{cr} (coleta de lixo), I_{qr} (tratamento e disposição final de resíduos sólidos) e I_{sr} (saturação do tratamento e disposição final de resíduos sólidos), ou seja:

$$I_{rs} = \frac{I_{cr} + I_{qr} + I_{sr}}{3} \quad (41)$$

O Indicador de Coleta de Lixo ou Subindicador de 2ª ordem I_{cr} , é o resultado da seguinte expressão:

$$I_{cr} = \frac{Duc}{Dut} \times 100 \quad (42)$$

Onde:

Due – Domicílios urbanos atendidos por coleta de lixo

Dut – Domicílios urbanos totais

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

O Indicador de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos ou Subindicador de 2ª ordem I_{qr} , tem sua pontuação dada pelas condições do aterro de resíduos sólidos domiciliares.

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

O Indicador de Saturação do Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos ou Subindicador de 2ª ordem I_{sr} , tem sua pontuação de acordo com o valor de n dado pela expressão:

$$n = \frac{\log((CA \times t / VL) + 1)}{\log(1 + t)} \quad (43)$$

Onde:

n – Número de anos em que o sistema ficará saturado

VL – Volume coletado de lixo

CA – Capacidade restante do aterro

t – Taxa de crescimento anual ou médio da população urbana para os 5 anos subsequentes ao ano da elaboração do ISA

* Período de atualização: anualmente (dezembro).

• **Indicador de Controle de Vetores (I_{cv})**

O Indicador de Controle de Vetores ou Subindicador de 1ª ordem I_{cv} é calculado a partir da média aritmética dos seguintes sub-indicadores de 2ª ordem: I_{vd} (dengue), I_{ve} (esquistossomose) e I_{vl} (leptospirose), onde os indicadores de dengue e esquistossomose compõem o GRUPO I e o indicador de leptospirose constitui o GRUPO II (Zoonoses). Calcula-se o I_{cv} a partir da seguinte expressão:

$$I_{cv} = \frac{\frac{I_{vd} + I_{ve}}{2} + I_{vl}}{2} \quad (44)$$

Obtém-se a pontuação para o I_{vd} , I_{ve} e I_{vl} a partir das informações sobre ocorrência ou não destas doenças nos últimos 5 anos no Município.

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

• **Indicadores de Riscos de Recursos Hídricos (I_{rh})**

O Indicador de Riscos de Recursos Hídricos ou Subindicador de 1ª ordem I_{rh} , é calculado a partir da média aritmética entre os seguintes sub-indicadores de 2ª ordem: I_{qb}

(qualidade da água bruta), I_{dm} (disponibilidade dos mananciais) e I_{fi} (fontes isoladas de água). Seu cálculo será o resultado da média aritmética dos três sub-indicadores de 2ª ordem.

$$I_{rh} = \frac{I_{qb} + I_{dm} + I_{fi}}{3} \quad (45)$$

Para o Indicador de Qualidade da Água Bruta ou Subindicador de 2ª ordem I_{qb} , o Manual Básico do ISA não estabelece um critério de cálculo específico. Apenas sugere uma pontuação baseada na utilização de poços para o abastecimento de água, segundo sua necessidade de tratamento.

Portanto, para este indicador adotou-se para os mananciais de superfície o critério do CONAMA nº 357/2005 em seu artigo 2. No Quadro A.1 constam os critérios e pontuações adotados.

Quadro A.1 – Critérios e pontuações adotados

Critérios	Pontuação
Água de mananciais classificada como classe especial	100
Água de mananciais classificada como classe 1	90
Água de mananciais classificada como classe 2	80
Água de mananciais classificada como classe 3	50
Água de mananciais classificada como classe <= 4	0

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

O Subindicador de Disponibilidade dos Mananciais ou Subindicador de 2ª ordem I_{dm} , é o resultado da seguinte expressão:

$$I_{dm} = \frac{Disp}{Dem} \quad (46)$$

Onde:

Disp – Disponibilidade de água em condições de tratabilidade para o abastecimento

Dem – Demanda (considera-se demanda futura de 10 anos)

*Período de atualização: anualmente (dezembro)

O Indicador de Fontes Isoladas ou Subindicador de 2ª ordem I_{fi} , é o resultado da seguinte expressão:

$$I_{fi} = \frac{NAA}{NAR} \times 100 \quad (47)$$

Onde:

NAA – Quantidade de amostras consideradas potáveis relativamente à colimetria e turbidez;

NAR – Quantidade de amostras realizadas.

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

• **Indicador Socioeconômico (I_{se})**

O Indicador Sócioeconômico ou Subindicador de 1ª ordem I_{se} , é calculado a partir da média aritmética entre os sub-indicadores de 2º ordem: I_{sp} (saúde pública vinculado ao saneamento), I_{rf} (renda) e I_{ed} (educação), ou seja:

$$I_{se} = \frac{I_{sp} + I_{rf} + I_{ed}}{3} \quad (48)$$

O Indicador de Saúde Pública Vinculada ao Saneamento ou Subindicador de 2ª ordem I_{sp} , calcula-se pela seguinte expressão:

$$I_{sp} = 0,7 \times I_{mh} + 0,3 \times I_{rf} \quad (49)$$

Onde:

I_{mh} – Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada às doenças de veiculação hídrica

I_{mr} – Indicador relativo à mortalidade infantil (0 a 4 anos) ligada às doenças e à mortalidade de idosos (acima de 65 anos) ligada a doenças respiratórias

*Período de atualização: anualmente (dezembro).

O Indicador de Renda ou Subindicador de 2º ordem I_{rf} , é calculado da seguinte forma:

$$I_{rf} = 0,7I_{2s} + 0,3I_{rm} \quad (50)$$

Onde:

I_{2s} – Indicador de distribuição de renda menor que 3 salários mínimos

I_{rm} – Indicador de renda média

* Período de atualização: anualmente (dezembro)

O Indicador de Educação ou Subindicador de 2ª ordem I_{ed} , visa conhecer a linguagem que deve ser usada nas campanhas de educação sanitária e ambiental através do conhecimento do grau do índice de escolaridade (nenhuma ou até 1º grau), ou seja:

$$I_{ed} = 0,6 x I_{ne} + 0,4 x I_{e1} \quad (51)$$

Onde:

I_{ne} – Indicador de nenhuma escolaridade

I_{e1} – Indicador de escolaridade de 1º grau

* Periodicidade de atualização: de acordo com as publicações oficiais da Secretaria de Educação do Estado e/ou dos Órgãos estatísticos oficiais (SEADE/IBGE). É desejável que se atualiza e/ou projete-se tendências anualmente.

Anexo B

Documentação Fotográfica



Figura B.1—Opção individual para abastecimento de água (Engenho Velho)



Figura B.2—Opção de captação/reservação coletiva da água para abastecimento coletivo (Mituauçu)



Figura B.3 – Captação de água para abastecimento individual (Mituauçu)



Figura B.4 – Reservação de água para o abastecimento coletivo (Engenho Velho)



Figura B.5 – Unidade de tratamento dos esgotos domésticos (Engenho Velho)



Figura B.6 – Lançamento de águas residuárias nos logradouros (Colinas do Sul)



Figura B. 7 – Lançamento de esgoto a céu aberto (Mumbaba de Baixo)



Figura B.8 – Lançamento e acúmulo de esgotos domésticos próximos as residências (Mituauçu)



Figura B.9 – Resíduos acondicionados para serem coletados (Mumbaba de Baixo)



Figura B.10 – Resíduos dispostos a céu aberto (Colinas do Sul)



Figura B.11 – Disposição dos resíduos sólidos domésticos nas adjacências da residência para depois queimar (Engenho Velho)



Figura B.12 – Disposição dos resíduos sólidos domésticos nas adjacências da residência, próximos aos criatórios de animais (Mituaçu)



Figura B. 13 – Rua com grandes erosões (Mumbaba de Baixo)



Figura B. 14 – Rua com lamaceiro (Colinas do Sul)



Figura B. 15 – Rua com grandes deformações (Engenho Velho)



Figura B. 16 – Rua empoçada após a chuva (Gramame)



Figura B.17 – Vila de casas (Mumbaba de Baixo)



Figura B.18 – Vila de casas (Engenho Velho)



Figura B.19 – Vila de casas (Gramame)



Figura B.20 – Residência típica (Colinas do Sul)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)