

assentamentos distam mais de 15 km da sede), que exigem uma abordagem especial para o manejo dos resíduos sólidos.

A implementação de soluções tradicionalmente aplicadas em municípios do mesmo porte populacional (coleta porta a porta de resíduos domiciliares com disposição em aterro sanitário) resultaria em custos elevadíssimos se adotadas para todos os núcleos populacionais de Japorã, inviabilizando a prestação dos serviços de coleta e disposição de resíduos pela administração municipal.

#### **17.4.2.1.1 Concepção Geral do sistema de coleta e disposição de resíduos**

##### **Resíduos dos Serviços de Saúde**

Os resíduos de serviços de saúde gerados no município de Japorã são atualmente coletados e tem o seu tratamento e disposição final realizados por empresa terceirizada.

Mesmo com a previsão da entrada em operação, a partir de 2013, de uma unidade mista de saúde 24 horas na sede municipal e de uma unidade básica de saúde (UBS) em uma das aldeias, a quantidade de RSS ainda pode ser considerada muito pequena para justificar a montagem de um sistema próprio para tratamento dos resíduos dos serviços de saúde no município.

##### **Resíduos da Construção e Demolição**

Os resíduos da construção e demolição deverão ser encaminhados para o bota-fora de inertes localizado na área contígua ao atual viveiro. O local deverá ser cercado e sinalizado e o volume das descargas deverá ser controlado por funcionário do município. Não deverá ser permitida, em hipótese alguma, a disposição resíduos perigosos (pilhas, baterias, lâmpadas, tintas, solventes, etc.) junto com os inertes. Os resíduos da limpeza pública (podas, varrição, capina e raspagem manual) também deverão ser depositados nesta área.

##### **Resíduos Sólidos Urbanos (Domiciliares e Comerciais)**

Para efeito das estimativas de custos e de necessidades de investimentos para o manejo e gerenciamento de resíduos sólidos de Japorã, este plano de saneamento básico, sugere a adoção de um sistema misto de coleta seletiva manual porta a porta de resíduos orgânicos e recicláveis na sede do município e no distrito

de Jacareí, e de coleta mecanizada (containerizada) de recicláveis nos assentamentos e aldeias.

Na sede do município a coleta será executada manualmente 3 dias por semana em dias alternados (2ª, 4ª e 6ª). No distrito de Jacareí a coleta, também de forma manual, será executada 2 dias por semana (3ª e 6ª).

A frequência adotada é a de dias alternados. Isto por que o resíduo pode perfeitamente ser acumulado em uma residência de um dia para o outro sem grandes transtornos, gerando uma economia de 30% a 40% nos gastos em comparação com a coleta diária.

Nos assentamentos e aldeias indígenas a coleta de recicláveis será feita uma vez por semana através de contêineres estrategicamente posicionados (um contêiner a cada 1.000 metros) nas principais vias que cortam estes núcleos populacionais. Nos contêineres serão depositados apenas resíduos recicláveis. Nestes núcleos a compostagem de resíduos orgânicos, através de composteiras domiciliares, será incentivada.

Nos assentamentos Jacob Franciosi, Princesa do Sul e Indianópolis a coleta será feita nas terças-feiras. Nas aldeias de Porto Lindo e Yvy Katu a coleta será feita nas quintas-feiras.

O assentamento Savana foi dividido em dois setores (I e II). A coleta no setor I (norte) será feita nas quartas-feiras e no setor II (sul) será feita aos sábados.

Todos os resíduos coletados serão direcionados para a Unidade de Triagem localizada na área atualmente utilizada para a disposição de resíduos do município. Tanto a unidade de triagem como o local atual de disposição sofrerão adequações para receber os resíduos. Neste mesmo local será instalada uma unidade de compostagem de resíduos orgânicos e um depósito para embalagens vazias de agrotóxicos.

Na unidade de triagem haverá a separação do material reciclável dos resíduos orgânicos. Os recicláveis serão comercializados e os resíduos orgânicos seguirão para unidade de compostagem onde serão transformados em composto orgânico.



### 17.4.2.1.3 Veículos para a coleta

Será utilizado um caminhão compactador de 12m<sup>3</sup>, com basculador de contêineres, dimensionado para atender incrementos de geração per capita das aldeias e assentamentos e não ultrapassar uma viagem por dia. Acima de uma viagem por dia as condições de tráfego, distância a ser percorrida e custos com mão-de-obra prejudicariam a qualidade dos serviços e aumentariam os custos. O atual caminhão basculante de propriedade da prefeitura será aproveitado como veículo reserva.

### 17.4.2.2 Investimentos e Custos Operacionais

Os investimentos e custos a seguir foram obtidos com base em pesquisa de preço de mercado realizada pelos consultores da Controle e em tabelas SINAPI.

#### 17.4.2.2.1 Investimentos

##### Coleta

Os investimentos para operacionalização da coleta são resumidos a seguir:

Discriminação	Quant.	Valor Unitário	Total R\$
Chassi VW 15190	1	175.000,00	175.000,00
Coletor/compactador 12m <sup>3</sup> c/ basculador de contêineres	1	80.000,00	80.000,00
Contêineres metálicos 1.000 L	178	2.500,00	445.000,00
Veículo p/ Fiscalização e Socorro Mecânico	1	38.000,00	38.000,00
Sistema de rádio comunicação (base, 2 móveis, antena)	1	10.000,00	10.000,00
<b>Total</b>			<b>748.000,00</b>

##### Unidade de Triagem e Compostagem

Discriminação	Total R\$
Aquisição de prensa vertical	17.000,00
Pátio de compostagem	3.196,73
<b>Total</b>	<b>20.196,73</b>

### Disposição Final de Resíduos

Discriminação	Total R\$
Serviços preliminares, instalações provisórias, projetos e licenciamento	40.872,52
Guarita	13.196,73
Implantação de célula com adequação e impermeabilização (1º e 2º ano de operação) vol. útil existente (25,00 x 25,00) x h=4,50 m	57.894,11
Galpão coberto para embalagens de agrotóxicos (10,00x10,00m = 100,00 m²)	32.715,91
Tanque de equalização e tratamento de chorume (1ª Etapa - Recirculação)	7.043,57
Balança rodoviária eletrônica cap. 40 t plataforma (3,00x10,00) m – aquisição e instalação	53.000,00
Benefícios e despesas indiretas	61.416,85
<b>Total</b>	<b>266.139,69</b>

O volume total necessário para disposição e cobertura dos resíduos orgânicos gerados em Japorã ao longo dos próximos 20 anos, sem considerar a compostagem, foi estimado em 368.861 m³.

A área onde se localiza o atual aterro controlado, tem capacidade para dispor 2.178 m³ de resíduos, também sem considerar a compostagem, volume suficiente para dispor os resíduos gerados nos próximos 25 meses (2,1 anos).

O volume remanescente a ser disposto nos aproximadamente 18 anos restantes será de 366.683 m³.

Considerando que após 25 meses de funcionamento do aterro sanitário provisório as negociações para a construção de um aterro sanitário via consórcio municipal não tenha se viabilizado e o município decida construir o seu próprio aterro sanitário, estima-se em **R\$ 1.500.000,00** o volume de investimentos para tal obra. A estimativa considera a necessidade de cerca de 5 ha para instalação desta nova unidade. Recomenda-se a instalação deste novo aterro em área contígua ao atual aterro pelos seguintes motivos:

- Aproveitamento da infraestrutura existente
- Proximidade da ETE SANESUL
- Distância do centro urbano, mantendo os atuais custos de deslocamento

### Estimativa dos Investimentos para os próximos 20 anos

Ano	RSU (Kg)	Coleta Transporte e Fiscalização (R\$)	Equipamentos, Contêineres/Rádios (R\$)	Aterro Sanitário e Galpão InPeV (R\$)	Unidade de Triagem e Compostagem (R\$)	TOTAL (R\$)
2013	782.557,64	(*)	(**)	(***)	(****)	
2014	816.833,03	293.000,00	455.000,00	266.139,69	20.196,73	1.034.336,42
2015	912.043,25					
2016	1.010.684,96			1.500.000,00		1.500.000,00
2017	1.112.848,25					
2018	1.218.624,98		66.750,00			66.750,00
2019	1.328.108,78					
2020	1.376.317,21					
2021	1.426.166,30	293.000,00		300.000,00		593.000,00
2022	1.477.709,56		445.000,00			445.000,00
2023	1.531.002,20					
2024	1.586.101,17					
2025	1.643.065,21					
2026	1.701.954,94		66.750,00	300.000,00		366.750,00
2027	1.762.832,88					
2028	1.825.763,51	293.000,00				293.000,00
2029	1.890.813,36					
2030	1.958.051,05		445.000,00			445.000,00
2031	2.027.547,36			300.000,00		300.000,00
2032	2.099.301,88					
2033	2.174.198,97					
<b>Total</b>		<b>879.000,00</b>	<b>1.478.500,00</b>	<b>2.666.139,69</b>	<b>20.196,73</b>	<b>5.043.836,42</b>

(\*) Aquisição do caminhão compactador com vida útil de 7 anos (aquisição de um novo a cada 7 anos, ficando o usado como reserva).

(\*\*) Aquisição de contêineres com vida útil de 4 anos, cabendo uma reforma no fim da vida útil com um custo de 15% do valor de aquisição de um novo. No primeiro ano estão somados mais R\$ 10.000,00 para aquisição de rádios comunicadores.

(\*\*\*) Implantação do aterro sanitário provisório com via útil de 2,1 anos e galpão para embalagens de agrotóxicos em 2013 (R\$266.139,69). Implantação da infraestrutura de um novo aterro com o preparo de uma célula para 4 anos. Preparação de nova célula a cada 4 anos.

(\*\*\*\*) Aquisição de prensa vertical para a unidade de triagem.

#### 17.4.2.2.2 Custos Operacionais

##### Coleta

##### Custos Fixos

Os principais custos fixos da coleta são apresentados na tabela a seguir:

Discriminação	R\$ por Mês
Custo total da Mão de Obra	13.218,82
Custo com Uniforme	244,70
Custo com Ferramentas	71,00
Custo de depreciação do Caminhão	2.975,00
Custo com Licenciamento e Seguro Contra Terceiros	310,83
Custo de depreciação do Veículo de Fiscalização	897,22
Custo com Licenciamento e Seguro do Veículo de Fiscalização	227,50
Custos Não Operacionais (administrativos)	1.200,00
<b>Total</b>	<b>19.145,07</b>

##### Custos Variáveis

Os principais custos variáveis da coleta são apresentados na tabela a seguir:

Discriminação	R\$ por Mês
Combustível Caminhão (DIESEL)	2.377,41
Combustível Veículo Fiscalização (GASOLINA)	280,83
Pneus Caminhão	580,09
Pneus Veículo Fiscalização	35,66
Lubrificação e Lavagem	267,46
Manutenção do Caminhão	3.187,50
Manutenção do Veículo Fiscalização	950,00
Manutenção de contêineres	3.708,33
<b>Total</b>	<b>11.387,28</b>

O custo estimado mensal do sistema de coleta de resíduos proposto é de **R\$ 30.534,36**.

### Aterro Sanitário

Os custos estimados para a operação do aterro sanitário provisório, considerando a cobertura semanal dos resíduos (uma vez por semana), com solo extraído do local é apresentado na tabela abaixo.

Discriminação	Operação Diária Horas/dia	Operação Mensal Dias/mês	Custo Unitário R\$/unid.	Custo Mensal Total R\$
Pá carregadeira e ou trator de esteiras D4	8	4	150,00	4.800,00
Caminhão basculante 5/6 m <sup>3</sup>	8	4	50,00	1.600,00
Análise laboratorial a cada 03 meses	3	0,33	400,00	396,00
<i>Custos sem Tributos e Lucro</i>				<i>6.796,00</i>
Tributos Municipais - ISS			5,00%	494,83
Tributos Federais - PIS / COFINS			3,65%	361,23
Tributos Federais - IR TRIMESTRAL			3,00%	296,90
Lucro [12%]			12,00%	1.187,59
CSLL			2,88%	285,02
IRPJ [4,8%]			4,80%	475,04
Despesas Financeiras			0,00%	-
<b>Total</b>				<b>9.896,61</b>

O custo mensal estimado para operação do aterro sanitário é de **R\$ 9.896,61**.

#### 17.4.3 Forma de Cobrança e Rateio dos Custos dos Serviços de Coleta, Transporte e Disposição de Resíduos

As formas de cobrança propostas para os serviços de coleta, transporte e disposição de resíduos de Japorã são as seguintes:

- Sede e Distrito: cobrança na conta de água SANESUL
- Assentamentos: rateio entre os assentados, com cobrança na conta de energia (ou SANESUL)
- Aldeias: separação dos custos de coleta nas aldeias com base na frequência de atendimento (sem considerar peso/volume) a serem pagos através de repasses da União (SESAI/FUNAI) ao município feitos mensalmente.

Para o rateio dos custos entre os núcleos populacionais foram utilizados dois critérios diferentes para os custos fixos e para os custos variáveis.

Os custos fixos, que envolvem basicamente os custos com a mão-de-obra e com a depreciação de equipamentos, serão rateados de acordo com a frequência de atendimento, conforme segue:

- Sede: 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta)
- Jacareí: 2 vezes por semana (terça e sexta)
- Aldeias: 1 vez por semana (quinta)
- Assentamentos: 1 vez por semana (ou terça, ou quarta ou sábado)

Local	3 vezes por semana	2 vezes por semana	1 vez por semana
Sede	55%		
Jacareí		25%	
Aldeias			10%
Assentamentos			10%

Os custos variáveis, constituídos basicamente pelos custos do consumo de combustíveis, pneus e de manutenção, serão rateados entre os núcleos atendidos através das distâncias percorridas, conforme segue:

Setor/Localidade	Total Rodado por Mês (km)	%	% Dividido
Sede	157,3	8,8%	8,8%
Jacareí	358,2	20,1%	20,1%
Aldeia Porto Lindo	344,4	19,3%	21,4%
Aldeia Yvy Katu	37,8	2,1%	
Assentamento Jacob	346,92	19,5%	49,7%
Assentamento Savana I	256,62	14,4%	
Assentamento Savana II	281,82	15,8%	
<b>TOTAL</b>	<b>1783,06</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

A aplicação dos referidos critérios resulta nos seguintes valores:

Setor/Localidade	Custos Variáveis (R\$ por mês)	%	Custos Fixos (R\$ por mês)	%	Custos com Contêineres (R\$)	Total de Custos para Rateio	População	Custo Per capita (R\$)
Sede	675,75	8,80	10.529,79	55,00	-	11.205,54	1.731	6,47
Jacareí	1.543,47	20,10	4.786,27	25,00	-	6.329,74	859	7,37
Aldeias	1.643,30	21,40	1.914,51	10,00	1.416,67	4.974,47	3.655	1,36
Assentamentos	3.816,44	49,70	1.914,51	10,00	2.291,67	8.022,61	2.172	3,69
<b>Total</b>	<b>7.678,95</b>	<b>100,00</b>	<b>19.145,07</b>	<b>100,00</b>	<b>3.708,33</b>	<b>30.534,36</b>	<b>8.416</b>	<b>3,63</b>

#### 17.4.4 Responsabilidades quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos

A legislação vigente, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Federal 12.3005/2010 e seu decreto regulamentador estabelecem as responsabilidades públicas e privadas frente aos diversos aspectos da gestão de resíduos sólidos, conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 19 - Responsabilidades do Manejo por Tipo de Resíduos

Tipo de resíduos		Responsabilidade pelo manejo
Domiciliar		Município
Comercial	Pequeno gerador	Município
	Grande gerador	Gerador
Público		Município
Serviços de saúde	Públicos: PSF, hospitais, etc.	Município
	Privados: Clínicas médicas/odontológicas/veterinárias e farmácias.	Gerador
Industrial		Gerador
Empreendimentos		Gerador
De instalações portuárias, aeroportuárias e terminais alfandegados, rodoviários e ferroviários.		Gerador
Agrícola		Gerador
Construção e demolição	Pequeno gerador (até 2m³)	Município
	Grande gerador (acima de 2m³)	Gerador

#### **17.4.5 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza**

A empresa responsável pela coleta em Japorã deverá manter uma garagem na sede do município, que além de apoio à guarnição e abrigo do caminhão compactador durante a noite e no domingo, deverá dispor de um centro de informação, com mensagens educativas sobre o sistema de coleta aos munícipes.

Nas aldeias e assentamentos também deverá ser instalado em local apropriado, um centro de informação, com mensagens educativas sobre o sistema de coleta aos usuários. Pelo menos uma pessoa da comunidade deverá ser destacada para a fiscalização e orientação sobre o uso dos contêineres.

#### **17.4.6 Formas e limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa**

##### **Logística Reversa**

A Logística Reversa, um dos mais importantes e inovadores instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, é definida no artigo 3º da Lei Federal no 12/305/2010, inciso XII da PNRS como: “o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”

Assim, a PNRS também estabelece a responsabilidade compartilhada pelos resíduos entre geradores, poder público, fabricantes e importadores. Para a implementação da Logística Reversa é necessário o acordo setorial, que representa: “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto”.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), atualmente em fase de Consulta Pública, destaca que: “sem este acordo prévio e o conhecimento da realidade local, regional ou nacional, o planejamento de metas e ações poderá ser inadequado e, assim, os benefícios da gestão de resíduos sólidos não serão eficientes e/ou eficazes e os prejuízos ambientais e socioeconômicos continuarão a representar um ônus à sociedade e ao ambiente. ”

No âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico, deverá ser desenvolvido um programa específico visando à implementação da Logística Reversa no município de Japorã. De acordo com o PNRS, já foram definidos como objetos obrigatórios da logística reversa os seguintes resíduos:

- i) Pilhas e baterias;
- ii) Pneus;
- iii) Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- iv) Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; e,
- v) Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Os resíduos de embalagens de agrotóxicos também estão listados no rol de obrigatórios da logística no PNRS, porém são citados como Resíduos Agrosilvopastoris.

Deve-se ressaltar que outros resíduos podem ser objetos da cadeia da logística reversa, a exemplo de medicamentos, embalagens em geral e resíduos de indústrias urbanas, como serralherias, marmorarias, serrarias e outros.

A implantação da logística reversa no âmbito municipal deverá ser objeto de um programa específico, a ser elaborado com a colaboração dos geradores, a ser formalizado através de Lei Municipal.

#### **17.4.7 Área para localização do bota-fora dos resíduos inertes**

A área proposta para a localização dos bota-fora dos resíduos inertes é a área contígua ao atual viveiro que já vem sendo utilizada para tal.

Os critérios que justificam esta escolha são a proximidade da cidade, a inexistência de vizinhança num raio de 500 metros e próprio fato da área já estar sendo utilizada para tal fim.



Figura 41 – Localização da área de bota-fora de inertes

#### **17.4.8 Áreas favoráveis para disposição final**

Três áreas se mostram favoráveis para a disposição de resíduos em Japorã: (i) a área onde ocorre atualmente a disposição de resíduos (aterro controlado), (ii) a área contígua ao atual viveiro e (iii) uma área distante cerca de 11 km da sede, na margem esquerda da rodovia que liga a sede ao distrito de Jacareí.

Tanto para a solução provisória da destinação dos resíduos, com a adequação de uma célula com vida útil de 2 anos, quanto para uma solução definitiva, com a construção de um novo aterro no território do município, a área onde atualmente ocorre a destinação mostra-se a mais indicada, quando se considera a distância da sede e a proximidade da ETE a ser implantada pela SANESUL, que poderá tratar o chorume gerado, evitando-se assim os custos com implantação e operação de uma estação de tratamento específica para este resíduo.



Figura 42- Localização das áreas I e II para implantação da disposição final



Figura 43 – Localização da área III para implantação da disposição final

#### 17.4.9 Procedimentos operacionais e especificações mínimas

Os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo compreendem as atividades de coleta, transbordo, transporte, triagem, tratamento, disposição final, varrição, capina, poda de árvores e outros serviços eventuais de limpeza pública urbana, que necessitam de procedimentos operacionais e especificações mínimas.

Nesse contexto, todos os procedimentos relacionados com essas atividades inseridas nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo devem atender às normas: NBR 11174, de 1990 – Armazenamento de resíduos classe II, não-inertes, e III, inertes e NBR 12245, de 1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, se tratando de procedimentos de armazenamento.

Para o transporte de resíduos os procedimentos serão adotados de acordo com a NBR 13221, de 1994 – Transporte de resíduos.

Se tratando de serviços de saúde os procedimentos e especificações seguirão o que é preconizado pela NBR 12809, de 1993 – Manuseio de resíduos de serviço de saúde. Além da Resolução nº 005, de 1993 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Já com relação a destinação final os procedimentos adotados serão de acordo com a NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação.

Os procedimentos operacionais do aterro serão divididos em etapas:

**ESCAVAÇÃO:** escava-se a trincheira com o auxílio de uma retroescavadeira, onde o tempo de vida útil da trincheira será de aproximadamente 90 dias.

**DESCARGA DO RESÍDUO:** descarrega-se o resíduo dos caminhões para dentro da trincheira.

**ESPALHAMENTO DO RESÍDUO:** utilizando-se ferramentas (pás, enxadas, etc.), espalha-se o resíduo em camadas horizontais de 30 cm de espessura, preenchendo por igual até se ter uma superfície relativamente plana.

**COMPACTAÇÃO DO RESÍDUO:** utilizando-se um rolo compactador manual – Peso total do rolo (óleo queimado + peso rolo) = 155 kg –, compacta-se o resíduo em 4 passadas (ida e volta).

**RECOBRIMENTO (COM COBERTURA INTERMEDIÁRIA):** lança-se uma camada do material de cobertura solo com 10 cm de espessura, e compacta-se o solo com o rolo compactador manual (155 kg) em 2 passadas (ida e volta), fechando-se a célula ao final de cada jornada de trabalho. A camada de cobertura final deve ter aproximadamente 60 cm, recoberta de terra fértil, sobre a qual se pode semear gramíneas, dependendo da utilização futura prevista para a área.

#### **17.4.10 Eventos de emergência e contingência**

Do ponto de vista formal, o objetivo essencial do plano de saneamento é o correto atendimento à população com serviços públicos adequados e universais, nos termos das leis federais 11.445/07 e 8.987/95.

As situações emergenciais na operação do sistema de manejo e disposição final de resíduos sólidos ocorrem quando da ocasião de paralisações de prestação dos serviços, por deficiência dos equipamentos, por desorganização na sua prestação, ou por greves de trabalhadores.

Estes eventos continuarão a ser resolvidos através dos procedimentos de manutenção e reposição de equipamentos e através de gestões administrativas em geral, incluindo a do pessoal alocado nos serviços.

Evidencia-se que quanto melhor mantido o sistema, e quanto mais ampla for a capacidade de atendimento, as situações de emergência e de contingência serão reduzidas.

Portanto, a solução dos principais problemas nas situações de emergência ou de contingência dizem respeito à alocação de recursos financeiros.

Os recursos poderão provir do erário, de financiamentos em geral, ou de parcerias público-privadas na forma de concessões plenas ou parciais, nos termos da lei.

## 17.5 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

### 17.5.1 Ações não estruturais para melhoria do manejo de águas pluviais

Define-se como medidas não estruturais do manejo de águas pluviais aquelas que estabelecem a convivência e a prevenção das inundações sem alterar o sistema natural, como por exemplo o zoneamento das áreas de inundações, seguros, legislação para controle do aumento da vazão, melhoria da gestão e capacitação.

As propostas não estruturais para o sistema de manejo da água pluvial têm caráter preventivo visando, no médio e longo prazo, viabilizar o manejo sustentável da água pluvial, apresentando custo inferior de implantação, porém com resultados tão ou mais expressivos do que as medidas estruturais.

Para que tais ações surtam o efeito esperado, estas deverão visar a minimização dos impactos oriundos da alteração natural do meio ambiente formado pelo clima, solo, ar, água, biota, entre outros. Para atingir este objetivo maior é necessário compreender primeiro os impactos que produzem cada uma das intervenções e buscar soluções em que este impacto fique restrito a um universo mínimo local através de um projeto de intervenção sustentável ao longo do tempo.

A ocupação tradicional não procura compreender como solo, água e plantas estão integradas na natureza para buscar mitigar os efeitos adversos da introdução de superfícies impermeáveis de telhados, passeios, ruas, entre outros. Na natureza, a precipitação que não se infiltra tende a formar ravinamentos naturais de acordo com intensidade e frequência da precipitação, cobertura e resistência do solo. A água que infiltra, escoar pelo subsolo e no aquífero até chegar aos rios. Com a destruição da drenagem natural, o novo sistema é formado por ruas, bueiros, condutos e canais que aceleram o escoamento. Resulta no aumento das vazões máximas em várias vezes, piora da qualidade da água pela lavagem das superfícies que armazenam o poluente gerado pelas emissões de carros, caminhões, ônibus, indústrias e hospitais.

Para desenvolver a gestão integrada é necessário conhecer as interfaces entre os sistemas. Na Figura 9 são caracterizadas as principais relações entre os sistemas de infraestrutura no ambiente urbano relacionado com a água. O desenvolvimento urbano representado pela ocupação do uso do solo é a fonte dos

problemas como destacado anteriormente. A seguir são discutidas as interações geradas entre os sistemas hídricos nas áreas urbanas em função de uma gestão deficiente e desintegrada:



Figura 44 - Visão integrada.

Fonte:Tucci (2003).

Abastecimento urbano: As principais interfaces com os outros sistemas são: (a) os esgotos sanitário e pluvial contaminam os mananciais superficiais e subterrâneos; (b) depósito de resíduos sólidos como aterros que podem contaminar as áreas de mananciais; (c) inundações podem deixar sem funcionamento o sistema de abastecimento e destruir a infraestrutura das redes pluvial e sanitária, além da Estação de Tratamento de Esgoto.

Esgoto sanitário e drenagem urbana: as principais inter-relações são: (a) quando o sistema é misto o sistema de transporte é o mesmo, com comportamento diverso nos períodos sem e com chuva. A gestão deve ser integrada; (b) quando o sistema é separador existem interferências de gestão e construtivas devido a ligação de esgoto sanitário na rede de drenagem e águas pluviais no sistema de esgoto produzindo ineficiências de funcionamento;

Drenagem urbana, resíduo sólido e esgotamento sanitário: (a) na medida que o sistema de coleta e limpeza dos resíduos é ineficiente ocorre um grande prejuízo para o sistema de escoamento pluvial devido a obstrução dos condutos, canais e riachos urbano; (b) erosão urbana modifica o sistema de drenagem e pode destruir o sistema de esgotamento sanitário.

A visão integrada inicia no planejamento do desmembramento e ocupação do espaço na fase do loteamento, quando o projeto deve procurar preservar o ravinamento natural existente. Ao contrário do que se projeta atualmente, baseando-se apenas na maximização da exploração do espaço independente da rede de drenagem natural, o projeto sustentável preserva o sistema natural e distribui a ocupação em lotes menores, conserva maior área verde comum, retira o meio fio das ruas de menor movimento, integrando o asfalto a gramados ou outros sistemas naturais vegetais, para que toda a água infiltre.

Um projeto desta natureza retira a divisa das propriedades (como nas propriedades rurais no projeto de pequenas bacias e conservação do solo). Desta forma, é reduzido o escoamento às condições pré-existentes para as chuvas frequentes, a água se infiltra, não transferindo quantidade e qualidade para jusante. Esta é a característica de um projeto residencial, enquanto que áreas industriais e comerciais exigem projetos específicos de controle, mas ainda dentro de uma integração conceitual dos projetistas.

No âmbito de esgotamento sanitário, deve-se desenvolver a ligação da rede de esgoto com padrão adequado e executado através da gestão da empresa de serviços de água e saneamento. Desta forma evita-se ligações inadequadas, tratamento de esgoto com padrões adequados e avaliação deste tratamento e dos sistemas hídricos que recebem este efluente. Nos resíduos sólidos devem-se buscar aprimorar a coleta domiciliar e limpeza das ruas, disposição automática de retenção de lixo e educação da população com sistemas de reciclagem economicamente eficiente.

No escoamento pluvial, o custo de uma infraestrutura sustentável tende a ser menor que o custo de sistema corretivo e este ainda menor que a infraestrutura tradicional devido a retirada de vários sistemas como a eliminação de redes de condutos de drenagem, sarjetas, entre outros, que são substituídos por gramados que infiltram, valos gramados, e sistemas naturais protegidos.