



VI - 102 – O USO DE SOFTWARE DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS-ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE PIRAÍ, RIO DE JANEIRO

Thereza Christina de Almeida Rosso⁽¹⁾

D.Sc. em Engenharia Oceânica - Programa de Engenharia Oceânica, COPPE/UFRJ-M.Sc. em Engenharia Civil - Programa de Civil, COPPE/UFRJ-Especialista em Engenharia Sanitária - Escola de Engenharia, UFMG-Chefe do Dept^o. de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente - FEN/UERJ-Coordenadora do Mestrado Prof. em Controle da Poluição Urbana e Industrial - FEN/UERJ

João Alberto Ferreira

D.Sc. em Saúde Pública - FEN/UERJ

Helton Ribeiro da Silva

Eng^o. Civil, Bolsista DTI 7H - CNPq/RHAE

Alceu Percy Mendel Júnior

Graduando, FEN/UERJ, Bolsista ITI 7A, CNPq/RHAE



Endereço⁽¹⁾: Av. Epitácio Pessoa, 3540, apto 1201 – Lagoa - Rio de Janeiro - RJ, - CEP: 22471-000 - Brasil - Tel: +55 (21) 2587-7580 - Fax: +55 (21) 2587-7251 - e-mail: rosso@uerj.br

RESUMO

O acelerado desenvolvimento tecnológico associado ao baixo custo de processamento e aquisição de micro-computadores tornou possível a aplicação das mais variadas tecnologias à gestão ambiental. A aplicação de modelos de simulação numérica, os usos de *softwares* de planejamento territorial e de gerenciamento de banco de dados são hoje ferramentas poderosas na avaliação de impactos ambientais, nas definições de estratégias para gerenciamento, no direcionamento e elaboração de programas de monitoramento, etc. Apresenta-se neste trabalho a aplicação do *software* SISPLAMTE - Sistema de Apoio ao Planejamento e Monitoramento Territorial (Azevedo et al, 1990) à Gestão de Resíduos Sólidos. A versão **SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos** foi desenvolvida pelo Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, DESMA/FEN/UERJ, como parte do Projeto SISTRACHO - Sistema de Tratamento de Chorume para Pequenos e Médios Municípios, financiado pelo CNPq através do Programa de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas, RHAE. Como as demais etapas do projeto, o SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos vem sendo implementado em escala piloto para o Município de Piraí localizado do Estado do Rio de Janeiro, utilizando as bases cartográficas produzidas pelo IBGE/DSG e Fundação CIDE. Pretende-se assim, consolidar um mecanismo capaz de produzir informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais, através da estruturação gráfica digital, que possa subsidiar planos, projetos e tomadas de decisões específicas sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Gerenciamento, Planejamento Territorial, Município de Piraí, Estado do Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

A conscientização ambiental, o processo de regulamentação das atividades vinculadas ao Saneamento Básico, as definições das responsabilidades sobre o meio ambiente e o surgimento de normas e legislações ambientais, tornam extremamente importantes as necessidades de informações sobre tais temas. Neste sentido, a aplicação de novas tecnologias integradas com técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento, armazenamento de dados, vem se destacando como fator importante na gestão integrada dos recursos naturais, contribuindo de forma bastante eficaz principalmente no que se refere à mitigação dos impactos decorrentes da atuação humana sobre o meio ambiente.



Em termos de legislação, destaca-se a Lei Nacional de Recursos Hídricos, (Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dotando o Brasil dos instrumentos legais e institucionais necessários ao ordenamento das questões referentes à disponibilidade e ao uso sustentável de suas águas. No contexto da sistematização das informações relacionadas aos recursos hídricos, destaca-se nesta legislação a criação de um Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos incluindo os seguintes aspectos:

- sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações;
- consistência e divulgação de dados e informações;
- levantamento de dados sobre a disponibilidade e demanda de recursos hídricos;
- fornecimento de subsídios para a elaboração dos planos de recursos hídricos.

Estes aspectos têm como objetivos: a descentralização da obtenção e produção de dados e informações; coordenação unificada; acesso garantido aos dados e informações garantido a toda a sociedade.

Assim como na área de recursos hídricos, a obtenção de informações de uso e ocupação do solo de uma região requer a utilização de tecnologias sofisticadas tendo como objetivo a criação de uma base de dados que possa ser atualizada e modificada em função das ações realizadas. Esta base de dados deve incorporar a dinâmica do sistema real, sendo capaz de tratar um grande volume de informações cadastrais sobre a geografia urbana, serviços essenciais, infra-estrutura e situação sócio-econômica, entre outros.

É dentro deste contexto que o *software* SISPLAMTE - Sistema de Apoio ao Planejamento e Monitoramento Territorial se apresenta. Cedido ao DESMA pela Empresa Sensora Ltda., o SISPLAMTE é capaz de disponibilizar as informações relacionadas a um determinado espaço geográfico em conjunto com as informações específicas de um dado tema, viabilizando uma melhor compreensão das interferências realizadas e a busca de melhores soluções dos problemas apresentados. Apresenta-se a seguir, uma breve descrição do SISPLAMTE e posteriormente a sua aplicação à Gestão de Resíduos Sólidos ao Município de Piraí, RJ. Finalmente, apresentam-se algumas considerações quanto à aplicabilidade deste *software* à Gestão de Resíduos Sólidos.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG's) APLICADO AO SANEMANTO AMBIENTAL

Conforme definido por CAMARGO, 1999, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), são ambientes computacionais nos quais dados espaciais; representados por entidades gráficas, podem ser relacionados entre si e com outros dados não espaciais, como registros alfanuméricos de banco de dados convencionais e imagens *raster*. Associados aos SIG's e à Cartografia Digital, vários *softwares* de planejamento territorial vem sendo desenvolvidos e aplicados ao gerenciamento e planejamento urbano. Através de uma simples consulta no microcomputador é possível a obtenção de informações e diagnóstico dos sistemas considerados, dando suporte às atividades de gestão, planejamento e monitoramento dos mesmos. Aplicações específicas podem ser observadas na área do Saneamento Ambiental: Sistemas de Abastecimento de Água, Sistema de Esgotamento Sanitário, (ROSSO et al, 1999), (CAMARGO, 1997); (COELHO et al, 1999), (PINTO OLIVEIRA, 1999), (REIS & GONÇALVES, 1999), para citar somente alguns; Proteção de Mananciais; destacando-se ainda aplicações nas áreas de Infra-Estrutura Municipal: Sistemas de Abastecimento de Gás, Energia Elétrica, Controle de Tráfego, Cadastro Imobiliário, etc.

No tocante à Gestão de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana estas aplicações ainda são incipientes. Neste sentido, o Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, DESMA/FEN/UERJ, vem desenvolvendo a versão Gerenciamento de Resíduos Sólidos utilizando como base o *software* SISPLAMTE, conforme apresentado a seguir.

SISPLAMTE - SISTEMA DE APOIO AO PLANEJAMENTO E MONITORAMENTO TERRITORIAL

O *software* SISPLAMTE - Sistema de Apoio ao Planejamento Territorial, foi desenvolvido por (Azevedo et al, 1990), tem como objetivo geral, instrumentar organizações públicas ou privadas cuja área de atuação



relacione o espaço geográfico com mecanismos capazes de fornecer informações confiáveis e de baixo custo que venham apoiar de maneira eficaz, seus planos, projetos e tomadas de decisões nas mais variadas áreas. O SISPLAMTE permite o acesso a informações georeferenciadas, substituindo as operações inerentes às técnicas computacionais, por mecanismos lógicos do tema estudado. As informações são apresentadas através de mapas e/ou textos, além de tabelas correlacionadas a banco de dados. O sistema pode ser operado em qualquer micro computador PC, preferencialmente Pentium, em ambiente Windows'95, 98 e 2000 ou Windows'NT.

O SISPLAMTE não é um *software* de SIG, mas sim uma nova ótica na produção de informações georeferenciadas, e que para ser operado, não exige profundos conhecimentos de informática por parte do usuário, reque-rendo apenas o domínio do tema a ser abordado e processado no ambiente computacional. Tanto o banco de dados quanto as funções de acesso às informações são arquitetadas para reproduzir as necessidades cotidianas dos gestores, cujas ações são rebatidas no meio gráfico nos seus múltiplos setores.

O sistema apresenta ainda objetivos específicos, a saber:

- equacionar o uso de técnicas computacionais de sensoriamento remoto, como instrumento coletor de dados convergentes para o sistema;
- operacionalizar *softwares* que trabalham com dados georeferenciados;
- dimensionar precisamente o conteúdo de uma base de dados que atenda às necessidades de cada usuário;
- explicitar funções de acesso às informações que respondam a maioria das indagações formuladas ao sistema, e de interesse de cada campo de aplicação.

O sistema tem a capacidade de apoiar eficazmente a realização de diversos empreendimentos, permitindo que dados dispersos sejam reunidos, atualizados e transformados em informações de fácil acesso e compreensão, possibilitando redução de custos e prazos dos projetos, bem como melhoria no nível técnico dos resultados. Duas versões já foram desenvolvidas pelo DESMA/FEN/UERJ: Versão - SISPLAMTE - Sistemas de Abastecimento de Água e SISPLAMTE - Sistemas de Esgotos Sanitários. A versão SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos encontra-se em fase de desenvolvimento como parte do Projeto SISTRACHO - Sistema de Tratamento de Chorume para Pequenos e Médios Municípios, financiado pelo CNPq, através do Programa de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas, RHAE. Como as demais etapas do projeto, o SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos vem sendo aplicado em escala piloto para o Município de Pirai localizado no Estado do Rio de Janeiro. A recente implantação de um Aterro Sanitário e do programa de gerenciamento de resíduos sólidos, realizados através de Convênio entre a Prefeitura Municipal e o DESMA/FEN/UERJ, justifica a escolha de Pirai como cenário de trabalho.

CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PIRAI

O Município de Pirai localiza-se ao sul do Estado do Rio de Janeiro, na região conhecida como Médio Paraíba conforme apresentado na **Figura 1**. Seus limites geopolíticos são os municípios de Barra do Pirai e Pinheiral ao Norte, Rio Claro e Itaguaí ao Sul, Mendes, Paracambi e Itaguaí ao Leste e Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral ao Oeste. Sua divisão administrativa municipal se dá em quatro distritos: Pirai, Arrozal, Vila Monumento e Santanésia, tendo uma extensão territorial total de 506,1 km². Em relação ao nível do mar, sua altitude é de 380 m. A sede municipal dista 84 km da capital do Estado.

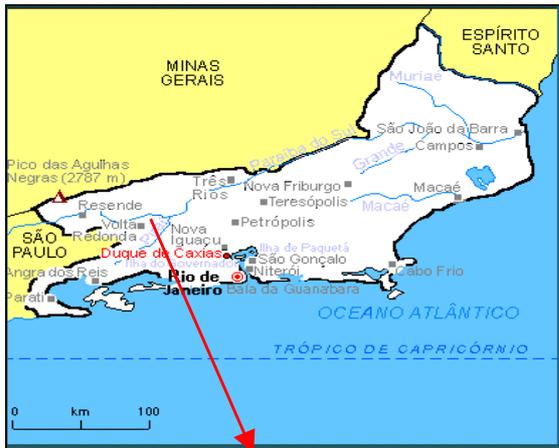


Figura 1: Região do Médio Paraíba.

DADOS POPULACIONAIS

Até 1996, além dos quatro distritos mencionados anteriormente, ainda fazia parte do Município, o distrito de Pinheiral. Em 1996, 17.506 hab. do total de 40.228 hab. de Pirai, foram cedidos para compor o novo Município de Pinheiral. A **Tabela 1** apresenta os dados oficiais da Contagem da População, (IBGE, 1996), para os dois Municípios.

Tabela 1 - População Residente por Sexo e População Cedida.

Municípios	População Residente, por sexo e População Cedida			
	Total	Homens	Mulheres	População Cedida
Pirai	22.722	11.385	11.337	17.506
Pinheiral	17.506	8.669	8.837	---

Fonte: IBGE - Contagem da População de 1996.

Esses números, relativos à população residente, são um novo marco da história de crescimento e desenvolvimento de Pirai, já que expressam uma mudança histórica em sua delimitação territorial e da constituição numérica de sua população. Até 1996, a população do Município de Pirai, vinha apresentando uma taxa de crescimento anual de 2,25%, taxa esta muito maior que a taxa de crescimento anual do Estado de 1,2% (IBGE, 1996). Entre o período de 1996 a 2000, houve um decréscimo da população, conforme apresentado pela **Tabela 2**.



Tabela 2 - Variação do crescimento populacional no Município de Pirai, período 1996 a 2000.

Estado/Município	Total Residente				Taxa de Crescimento Anual
	01/08/1996	01/08/2000			
	Total	Total	Urbana	Rural	
Estado do Rio de Janeiro	13.406.308	14.367.225	13.798.169	569.056	1,75
Pirai	22.722	22.079	18.035	4.044	-0,72

Fonte: IBGE - Contagem da População de 2000.

DADOS AMBIENTAIS

Clima da Região

O clima da região é o clima tropical de altitude, caracterizado como clima quente, porém com as temperaturas suavizadas pela altitude. O período de chuvas é no verão com estiagem no inverno. O regime é semi-úmido, e a umidade relativa do ar não varia muito, tendo uma umidade relativa média anual de 74%. Os ventos predominantes são de Leste e Nordeste. A temperatura média anual é de 20,5°C, variando de 16,6°C em julho a 28,9°C em fevereiro. A maior pluviosidade é observada ao sul da região, diminuindo gradativamente em direção ao Vale do Paraíba.

Relevo

A região é inserida no vale do Rio Paraíba do Sul e tem como embasamento o Complexo Paraíba do Sul, com rochas do tipo gnaiesses bandeados, milonitos e migmatitos, rochas ígneas e metamórficas do período pré-cambriano (período Proterozóico, que varia de 500 milhões a 2 bilhões de anos). Essas unidades dispõem-se, preferencialmente, em faixas de altitude NE-SW, que corresponde à direção geral de estruturação imposta às rochas pré-cambrianas do Estado do Rio de Janeiro.

Ocorrem também sedimentos pertencentes a duas significativas bacias terciárias representadas pelas bacias de Resende, mais distante da região, e Volta Redonda, mais próxima. Coberturas mais recentes, do Quaternário, são encontradas preenchendo o fundo dos vales dos principais rios que drenam a região, como o Paraíba do Sul, Bananal e Pirai. Os sienitos e fonolitos da Serra dos Tomazes, do Cretáceo e os aluviões, do Quaternário, depositadas ao longo das margens, e na própria calha do rio Pirai, representam as litologias mais novas encontradas no Município de Pirai.

O vale do Paraíba do Sul apresenta-se deprimido em relação ao relevo circunvizinho, apresentando modelados de diversos tipos, com níveis altimétricos que variam de 100 m, junto às margens do Paraíba do Sul, até 1250 m nos topos das cristas existentes. A região em estudo, que faz parte do Médio Paraíba do Sul, corresponde a um vale, onde as superfícies do antigo planalto foram submetidas à intensa erosão superficial, originando colinas, com altitudes variando de 500 a 600 metros, formando o que se pode denominar “um mar de morros”. Apresenta também outros tipos de modelados: vales estruturais, cristas e escarpas. Conforme mencionado, ocorre uma expressiva deposição de sedimentos terciários e quaternários (planícies e terraços fluviais) às margens do Paraíba do Sul, formando bacias sedimentares em Resende e Volta Redonda.

Vegetação

A vegetação original encontrada no Município, Floresta Estacional Semidecidual, foi altamente afetada ao longo dos últimos anos. Atualmente pode ser observada apenas em pequenas manchas de vegetação, concentrada nas maiores altitudes e em pontos afastados da Via Dutra. Os desmatamentos são observados nas bordas da vegetação natural remanescente, de forma geral para aproveitamento agrícola e pasto. Atualmente há a predominância de capoeiras e pastagens.

Fauna

Com a evidente alteração da vegetação primitiva, houve também uma alteração da fauna, representada por indivíduos cosmopolitas.



As principais espécies endêmicas e ameaçadas de extinção podem ser encontradas no Parque da Mata do Amador e nas redondezas da Represa da Light. Segundo o relato de moradores locais, na região da represa podem ser observados exemplares de vários animais silvestres, como por exemplo, a capivara.

Recursos Hídricos

O Município pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e é banhado pelos rios Pirai e Ribeirão das Lajes. Na bacia do rio Paraíba do Sul os principais cursos fluviais são: Três Poços, Caximbau e Maria Preta. Na bacia do rio Pirai os principais cursos são os córregos: São Félix, Tomazes, Arataca e Uricanga; e na bacia do Ribeirão das Lajes destaca-se o rio Cacaraia, cujas águas demarcam os limites de Pirai com Itaguaí. Os três rios principais contribuem para o abastecimento de água e geração de energia elétrica.

O rio Pirai, ao longo dos anos, vem apresentando alto índice de contaminação decorrente principalmente do lançamento de efluentes domésticos. Neste sentido, a situação do Ribeirão das Lajes apresenta-se em melhores condições.

Destaca-se ainda a existência de três importantes reservatórios do sistema Rio/Light: *Santana*, *Vigário e Lajes*, responsável pela definição do regime de escoamento ao longo do rio Guandu, de onde é captada a água para cerca de 80% da região Metropolitana do Rio de Janeiro. Segundo a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), alguns dos principais problemas que afetam diretamente a bacia hidrográfica incluem: deficiência de sistemas de esgotamento sanitário, erosão do solo, risco de acidentes, poluição das águas, degradação de áreas de preservação, processo de desmatamento, favelização, ocupação desordenada de encostas com riscos de deslizamentos, loteamento em áreas frágeis e destino final inadequado dos resíduos sólidos.

Áreas de Proteção Ambiental

No território municipal de Pirai existe uma Área de Proteção Ambiental (APA), o Parque Florestal da Mata do Amador, com cerca de 400 ha, localizado no centro do Município. Criado através da Lei municipal Nº 447, de 8 de abril de 1997, com apoio da Câmara de Vereadores, o Parque Florestal da Mata do Amador tem como objetivo a preservação da Mata Atlântica e a promoção de Projetos de Educação Ambiental.

A vegetação situada ao longo dos rios e córregos, em faixa marginal de 30 metros, segundo a Lei Federal Nº 7.803 de 18/07/89, é considerada de preservação permanente. Entretanto, esta vegetação encontra-se, em muitos trechos, devastada.

INFRA-ESTRUTURA DO MUNICÍPIO

Abastecimento de Água

A captação e tratamento de água são realizados pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, CEDAE, em três distritos: Pirai, Arrozal e Vila Monumento através de cinco sistemas independentes e praticamente todos em pleno funcionamento. São os sistemas de: Pirai (confluência do rio Pirai com a represa de Santana); Cacaraia (adutora de Lajes); Varjão (córrego Maria Preta); Arrozal (córrego do Pau d'Álho) e o denominado Km 95 (que atende as comunidades de Roma I e II).

Quanto à distribuição e consumo atual, é possível observar-se um alto índice de ligações hidrometradas, 76,6% do total, garantindo um maior controle do consumo e permitindo uma análise mais pormenorizada de possíveis perdas nos sistemas. Em termos de tipos de ligações e quantidades de usuários ligados, verifica-se que 95,7% das ligações são residenciais; 3,7% comerciais; 0,2% industriais e 0,8% da administração pública.

A existência de diversos sistemas é necessária tendo em vista ser a malha urbana composta por diversos núcleos isolados, tornando dispendiosa a extensão da rede de abastecimento de um núcleo a outro. Assim, segundo estudos de demanda e viabilidade econômica, com os sistemas já estruturados, com a entrada em funcionamento dos sistemas em fase de implantação, bem como com a incorporação e ampliação do sistema de Santanésia, o atendimento à população e às atividades econômicas, sociais e administrativas nas áreas urbanas estará plenamente coberto no município.



Estações de Tratamento de Água

Com relação ao tratamento da água distribuída, o sistema de Pirai, que possui a maior vazão, possui estação de tratamento convencional completa. As regiões de Arrozal e Cacaria não possuem estação de tratamento fazendo somente desinfecção com hipoclorito de sódio. Em Varjão a estação de tratamento é também uma Estação convencional completa semcompacta. No Km 95 não existe estação de tratamento, recebendo água da estação de Arrozal. Em Santanésia a estação de tratamento está sob a responsabilidade da Companhia Industrial de Papel (CIP), atualmente em fase de transferência para a CEDAE.

Sistemas de Esgotos Sanitários

Teoricamente, a CEDAE deveria também operar o sistema e captação de tratamento de esgoto e águas servidas, entretanto, este serviço encontra-se atualmente sob a administração da Prefeitura. O esgotamento sanitário domiciliar, do comércio e de outras atividades econômicas no Município é encaminhado por rede unitária, diretamente nas galerias pluviais. Desta forma, os índices de poluição ambiental tornam-se elevados, uma vez que este efluente é lançado *in natura* em rios e lagos, causando sérios problemas ao ecossistema local.

Existem, no entanto, dois sistemas de coleta e tratamento especiais. um operado pela CIP, no distrito de Santanésia, com vazão de 760 m³/hora; e outro operado pela Secretaria de Obras, para coleta e tratamento do esgotamento do Hospital Flávio Leal, com tratamento por filtro ultra-anaeróbio. O sistema administrado pela CIP, além da coleta e tratamento dos dejetos industriais, realiza ainda o tratamento de todos os domicílios e outras construções da área urbana do distrito.

Além destes sistemas, não há informações sobre o restante da rede física de coleta do esgotamento sanitário pela rede unitária, o que impede o cálculo do volume de esgoto coletado e o número de ligações domiciliares. Estima-se que do total, cerca de 60,8% domicílios no Município estejam ligados à rede.

Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Até 1998 o Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município era feito de forma precária, com uma deficiência elevada na coleta domiciliar. Além disso, a disposição dos resíduos era realizada sem cuidados, no "lixão" de Volta Redonda. Os investimentos realizados neste setor, pela Administração municipal, incluem: aquisição de novos veículos compactadores para a coleta domiciliar e reforma dos veículos compactadores existentes; disposição dos resíduos em Aterro Sanitário, recentemente construído no próprio Município, garantindo a disposição adequada dos mesmos.

A população atual do município produz cerca de 20 toneladas de lixo por dia. O sistema de limpeza urbana está sendo replanejado, ressaltando-se a sua complexidade em função da ocupação urbana do Município, distribuída entre a sede de Pirai (1º Distrito) e os distritos de Arrozal (distante 20 km da sede), Santanésia (distante 11 km da sede) e Vila Monumento (distante 22 km da sede). O município é dividido em duas partes pela Rodovia Presidente Dutra, dificultando o tráfego de veículos em função das poucas passagens, de um lado para outro, existentes. Além disso, possui alguns bairros afastados da sede, como é o caso do bairro do Varjão.

O Convênio realizado com o DESMA/FEN/UERJ tem possibilitado à Prefeitura tomar decisões baseadas em informações técnicas, com relação às questões da limpeza urbana. O Aterro Sanitário, por exemplo, foi projetado por profissionais do Departamento que também acompanharam a fase de implantação e o início de operação do aterro.

No tocante aos resíduos industriais observa-se que apesar de existirem poucas indústrias no Município, novas indústrias de porte significativo estão em processo de implantação, indicando uma tendência de crescimento, fato este que reforça ainda mais, a necessidade de um bom sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

ATIVIDADES ECONÔMICAS

A Região do Médio Paraíba é marcada por duas características básicas: industrial e agropecuária. A primeira é marcante no eixo Volta Redonda - Barra Mansa - Resende, fortemente industrializado, exercendo influência direta sobre grande parte da Região. Esta influência está diretamente ligada a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que desempenhou papel multiplicador na atividade industrial regional, com conseqüente aumento



dos serviços. Em Pirai e nos demais Municípios, destaca-se a atividade agropecuária, que faz da região uma das maiores produtoras de leite do Estado. Observa-se ainda que muitas vezes esta atividade é praticada em moldes tradicionais, com fraca participação no processo de modernização, estando pouco articulada com o grande capital industrial, comercial e financeiro.

Dados Industriais

A única indústria de grande porte existente em Pirai é a Companhia Industrial de Papel Piray. Encontra-se atualmente em fase de implantação o Condomínio Industrial de Pirai (**CONDIP**), integrante do Programa Progredir. Este projeto prevê uma implantação descentralizada. A primeira etapa está sendo implantada no Distrito Sede e várias firmas já firmaram protocolos de intenções de se estabelecerem na região.

SISPLAMTE - VERSÃO RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A gestão sustentável de Resíduos Sólidos, seja de origem urbana e industrial vêm sendo um dos grandes desafios dentro do Saneamento Básico e Ambiental mesmo nos países desenvolvidos. No caso brasileiro, o crescimento populacional associado à migração para os grandes centros urbanos acarreta a concentração da produção de imensas quantidades de resíduos e a existência cada vez menor de áreas disponíveis para a disposição adequada dos mesmos. Atualmente, cerca de 240 mil toneladas de resíduos sólidos são gerados no Brasil, sendo 90 mil de origem domiciliar, com uma média nacional de produção de resíduos por habitante, em torno de 600g/dia. Em grandes áreas urbanas, como as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo, esta média pode chegar a 1 kg/dia/habitante, taxa esta equivalente à de países mais desenvolvidos.

No caso brasileiro, a disposição final destes resíduos no solo apresenta-se como uma alternativa bastante satisfatória. Entretanto, caso essa disposição seja feita de forma inadequada, principalmente se considerarmos os resíduos classificados como perigosos, pode acarretar sérios problemas como a contaminação do solo, das águas subterrâneas e superficiais gerando sérias conseqüências à saúde pública.

A versão SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos tem com objetivo auxiliar na definição de um modelo eficaz na gestão integrada destes resíduos. Além de auxiliar na escolha do local mais adequado para a localização da disposição final através de Aterro Sanitário, o SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos auxilia na otimização da coleta de lixo através do planejamento da frota e definição de melhores roteiros de coleta. As informações envolvem: os vários tipos de lixo a serem coletados, cobertura do serviço, frequência requerida, horários de coleta, tipos de veículos coletores, etc.

A versão SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos inclui os seguintes levantamentos:

- características topográficas e sistema viário urbano - cada logradouro é caracterizado em função do tipo de piso (asfalto, paralelepípedo, chão, etc), declividade, mão de direção e intensidade de tráfego.
- zonas de uso e ocupação da cidade – aqui são definidas a ocupação do solo urbano por regiões (bairros, quarteirões, quadras, etc). São indicados as regiões residenciais (prédios unifamiliares, multifamiliares ou mistos), áreas comerciais, setores industriais, áreas com população de menor baixa renda, áreas faveladas, locais de difícil acesso, regiões universitárias, etc.
- dados populacionais – número de habitantes na área urbana, número de habitantes na área rural, informações quanto à população flutuante, número de domicílios, número de moradores por domicílio, a quantidade média de moradores por residência, composição social da população (renda familiar e capacidade/disponibilidade de pagamento), costumes e hábitos da população, etc.

Assim como nas demais versões já elaboradas (Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotos Sanitários), as informações são acessadas através de bases de referências cartográficas relativas às áreas de interesse. As duas primeiras telas do SISPLAMTE são telas de apresentação do sistema. Na **Figura 2** apresenta-se a tela de inicialização da versão **SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos**.



Figura 2: Tela de Inicialização da versão SISPLAMTE – Resíduos Sólidos.

A partir destas telas, o sistema se processa através do MENU PRINCIPAL, conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3: Tela do MENU PRINCIPAL.

A partir deste ponto, as informações podem ser operacionalizadas através de Funções de Acesso ativadas por meio de *cliques*, dando como retorno as informações solicitadas pelo usuário. Inicialmente, seleciona-se a tela SELECT de forma a acessar no monitor uma base cartográfica de referência, relativa à área de interesse, no caso, o Município de Pirai - Figura 4. Uma vez definida a área de atuação, o SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos, pode ser operacionalizado através de um *software* desenvolvido em *Visual Basic* e *C++*, em dois módulos básicos. O primeiro módulo é representado por um Banco de Dados e é constituído de Planos de Informações que abrangem Sub-Planos e seus respectivos Elementos. O segundo módulo operacionaliza a produção de informações através de suas Funções de Acesso.

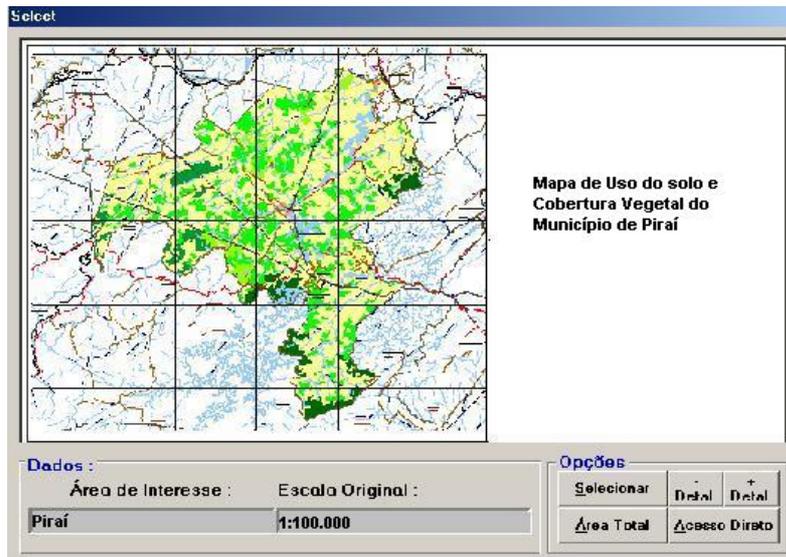


Figura 4: Tela SELECT.

Nesta versão, os Planos de Informações (PI) e Sub-Planos de Informações (SPI) incluem:

1. PI - Plano Topográfico
 - a. SPI - Sistema de Circulação
 - b. SPI - Sistema Hidrográfico
 - c. SPI - Núcleos Urbanos
 - d. SPI - Limite da Região/Lugar
2. PI - Plano Infra-Estrutura
 - a. Gerenciamento de Resíduos Sólidos
3. PI - Plano Imagem
 - a. SPI - Área
 - b. SPI - Orbital
 - c. SPI - Terrestre

Uma vez determinada a região de estudo, pode-se selecionar através das teclas + **DETAL** ou - **DETAL**, outras áreas de interesse, em escalas maiores ou menores. Após selecionada a área de interesse, o usuário retorna a tela **MENU PRINCIPAL** com o objetivo de acessar, através das Funções de Acesso, as informações geradas. Na versão Gerenciamento de Resíduos Sólidos, estas Funções de Acesso permitem:

- EXPLA - expor todos os Elementos no Plano de Informações selecionado;
- EXSPE - expor somente alguns temas dentro do Plano de Informações;
- EXELE - expor um único Elemento ou ocorrência especificado;
- REPI'S - emitir relatórios técnico do Plano, Sub-Plano ou, Elemento;
- CONFR - expor Elementos de interesse em uma mesma Base Cartográfica;
- CRUZE - cruzar dados;
- RETRO - acessar dados históricos sobre os sistemas, etc.

Dentre os Elementos que constituem as informações cadastrais estão incluídos: Roteiros de Coleta, Aterros Sanitário, Roteiros de Limpeza de Logradouros. Apresenta-se a seguir, os atributos de cada um destes Elementos.



Roteiros de Coleta - Os atributos destes Elementos podem ser acionados através de *clique* no roteiro, que será representado e exibido graficamente sobre a base cartográfica da sede do Município. Estão disponíveis nesses elementos as seguintes informações:

➤ *Atributos*

- extensão do trajeto percorrido;
- tipo de pavimento dos logradouros;
- classificação do logradouro;
- quantidade de lixo coletada no trajeto;
- equipe operacional envolvida;
- equipamentos/Veículos envolvidos, etc.

Aterro Sanitário - Este Elemento tem sua localização georeferenciada e definida na área de interesse, quando for o caso. Dentre as informações disponíveis para este elemento constam:

➤ *Atributos*

- tempo de vida útil do aterro;
- disposição diferenciada de resíduos especiais;
- estação de Tratamento de Chorume;
- tipo de tratamento;
- eficiência do tratamento;
- mananciais de água afetados pelo aterro sanitário; etc.

Plano de Resíduos Sólidos Urbanos

➤ *Atributos*

- Distritos de Coleta;
- Locais de Coleta Seletiva;
- Cooperativas de Catadores;
- Usinas de Reciclagem;
- Usinas de Compostagem;
- Garagem/Oficinas dos Veículos e Equipamentos;
- Estações de Transferência;
- Sede Administrativa do Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A coleta e a disposição final adequada de resíduos sólidos tanto de origem doméstica quanto industrial trás como consequência imediata a melhoria da qualidade de vida e a redução dos impactos ambientais nos ecossistemas local. A administração dos sistemas de limpeza urbana, geralmente sob a responsabilidade dos municípios, defronta-se com dificuldades que vão desde o desconhecimento técnico mais aprofundado por parte dos administradores às dificuldades orçamentárias dos municípios. A utilização de novas tecnologias, especificamente no caso apresentado, a aplicação de *software* de planejamento territorial, apresenta-se como alternativa bastante eficiente como forma de auxílio na tomada de decisões. Através desta utilização, os fatores que influenciam na implementação de um sistema integrado de resíduos sólidos: densidade populacional, topografia da zona urbana, condições de trafegabilidade das vias urbanas, características sócio-econômicas e culturais da população, os recursos naturais a serem preservados, os recursos humanos, materiais e equipamentos disponíveis, são mais facilmente analisados, resultando na otimização dos recursos a serem alocados para o setor. O desenvolvimento da versão SISPLAMTE - Gerenciamento de Resíduos Sólidos vem se apresentado como uma ferramenta bastante interessante. Através da sua aplicação para a região piloto do Município de Pirai, várias alternativas estão sendo analisadas, podendo então ser inseridas e mesmo modificadas como forma de melhorar a eficácia do sistema. A inclusão das informações relativas aos resíduos sólidos industriais encontra-se em fase de elaboração.



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, uma entidade do Governo Brasileiro, voltada ao desenvolvimento Científico e Tecnológico do País.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERREIRA, J.A., et. al., Relatório Técnico - *Projeto do Aterro Sanitário para o Município de Pirai, RJ*, DESMA/FEN/UERJ, Rio de Janeiro, 1998.
2. COELHO A.C., EGITO, W.S.V, MENEZES, M.L., *Uso do GPS no Cadastro Comercial*, in Anais do 20º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12pp., Rio de Janeiro, RJ, 1999.
3. PINTO OLIVEIRA, T.A.A., *Catálogo Georeferenciado de Sistemas de Abastecimento de Água*, in Anais do 20º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10pp., Rio de Janeiro, RJ, 1999.
4. REIS, P.C., GONÇALVES, J.M.S., *O Sistema de Abastecimento de Água à Cidade de Lisboa – Informação do Cadastro - Metodologia de Implementação*, in Anais do 20º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 10pp., Rio de Janeiro, RJ, 1999.
5. RITTER, E., et al., Relatório Técnico - *EIA/RIMA do Aterro Sanitário do Município de Pirai, RJ*, DESMA/FEN/UERJ, 1998.
6. ROSSO, T.C.A., et. al., Relatório Técnico - *Condições Sócio-Ambiental do Município de Pirai, RJ*, Projeto SISTRACHO - Tratamento de Chorume em Aterros Sanitários de Pequenos e Médios Municípios, CNPq/RHAE, 33p, Rio de Janeiro, Dezembro de 2000.
7. ROSSO, T.A.R., AZEVEDO, L.H.A., MACEDO, M.L.R., OLIVEIRA, L.F., *Sistema de Apoio à Gestão de Distribuição de Água para Consumo - Aplicação para a Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara*, in Anais XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12pp., Belo Horizonte, MG, 1999.