

A Escolha de Áreas, utilizando Geoprocessamento, para o Sistema de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos

M.Eng. Sálvio José Vieira ¹

Profa. Dra. Dora Maria Orth ²

Eng. João Vicente Hess Guimarães Klettenberg Wanka ³

^{1,2} UFSC - Depto. de Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Catarina
88040-900 - Florianópolis - SC

³ ENGENVIX – Engenharia S. A.
Rua Tenente Silveira, 24 – Centro
88010-300 – Florianópolis - SC

¹ ✉ ecv8sjv@ecv.ufsc.br

² ✉ ecv1dmo@ecv.ufsc.br

³ ✉ vicente@engevix-sc.com.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 Fundamentação Teórica
	2.1 Resíduos Sólidos Urbanos
	2.1.1 Geração de Resíduos Sólidos
	2.1.2 Acondicionamento e Armazenamento dos Resíduos Sólidos
	2.1.3 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos (fase externa)
	2.1.4 Estações de Transferência e Transporte
	2.1.5 Tratamento dos Resíduos Sólidos
	2.1.6 Disposição Final dos Resíduos Sólidos
	2.2 Legislação Ambiental Brasileira e os Resíduos Sólidos
	2.2.1 Legislação Federal
	2.2.2 Legislação Estadual
	2.2.3 Legislação Municipal
	3 Caracterização da Área de Estudo
	3.1 Localização da área de estudo
	3.2 Clima
	3.3 Geologia
	3.4 Geomorfologia e Relevô
	3.5 Recursos Hídricos
	4 Materiais e Ferramental Tecnológico Utilizados
	5 Metodologia Utilizada
	5.1 Inventário e Análise dos Dados Existentes da Área de Estudo
	5.2 Separação dos Diversos Níveis de Informações
	5.3 Definição dos Diversos Critérios Técnicos para Escolha das Áreas
	5.4 Geoprocessamento das Informações (espaciais e alfanuméricas)
	5.5 Avaliação das Áreas Selecionadas
	6 Resultados
	7 Conclusões
	8 Referências Bibliográficas

Resumo : No Brasil, em quase todas as cidades, o lixo urbano é disposto em vazadouros, a céu aberto, muitas vezes queimado, o que cria condições insalubres e gera um ambiente propício para proliferação de vetores, poluindo os solos, cursos d'água e o ar; alterando a qualidade dos elementos que integram a biosfera. A metodologia utilizada neste trabalho consiste das seguintes etapas: análise dos dados existentes da área de estudo; separação dos diversos níveis de informações; definição dos diversos critérios técnicos para escolha das áreas; geoprocessamento das informações; e análise das áreas selecionadas. Este trabalho apresenta como resultado áreas selecionadas para o sistema de resíduos sólidos do município de Florianópolis, Santa Catarina. Essas áreas foram analisadas sob critérios técnicos, sociais e ambientais, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, com o intuito de facilitar a tomada de decisões quanto às alternativas a serem implementadas no município, na gestão integrada dos resíduos sólidos.

Palavras chave : Seleção de Áreas; Resíduos Sólidos; Geoprocessamento.

Abstract : In almost every city of Brazil, the urban garbage is disposed in refuse dumps, and left many times burning in the open air, which creates insalubrious and favorable conditions for the proliferation of vectors, for the pollution of the soil, the air, and courses of water, and for the modification of the quality of the elements that integrate the biosphere. The methodology used in this work consists of the following stages: analysis of the existent data; separation of the different levels of information, definition of the several technical approaches for the choice of the areas, geoprocessing of the information, and analysis of the selected areas. As a result, this work shows selected areas for the system of the solid residues in Florianópolis, Santa Catarina, which have been analyzed under technical, social, and environmental approaches. Geoprocessing techniques, have been used with the purpose of facilitating the making of decisions related to the alternatives to be implemented in Florianópolis, within the integrated administration of the solid residues.

Keywords : Selection of Areas; Solid Residues; Geoprocessing.

1 Introdução

A produção dos resíduos sólidos pode ser encarada como resultado da sociedade humana que se aglomerou, criando as cidades. Com a industrialização e o aumento da densidade populacional, passou-se a gerar maiores quantidades de resíduos, exigindo da municipalidade a implantação de um sistema de coleta, tratamento e disposição final.

Com o crescimento das cidades, o volume de resíduos cresce sobremaneira, tornando o tratamento e o destino final um problema ambiental, devido à degradação das áreas de depósito e o risco de contaminação das populações humanas, afetando, por conseguinte, a qualidade de vida.

O Brasil produzia em 1991, segundo o IBGE, cerca de 240 mil toneladas diárias de resíduos sólidos urbanos. Esta produção continua a crescer. Um fator de preocupação é que este crescimento não é simplesmente proporcional ao crescimento populacional, mas devido às alterações nos padrões de produção e consumo das sociedades modernas, é que tem ocasionado um aumento da produção "per capita" de lixo.

No cenário atual, são poucos os municípios que vêm praticando a coleta seletiva de lixo, com recuperação e reciclagem de alguns materiais. São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre são alguns deles e têm obtido algumas vantagens, tanto ambientais, econômicas e sociais, com redução do volume a ser disposto no ambiente. A redução do volume não é tão significativa, chegando as vezes até 12 %, devido muitas vezes a uma visão fragmentada do sistema, e também, a falta de infra-estrutura necessária na implantação destes programas. O programa de coleta seletiva é um processo de educação integrado e continuado das comunidades envolvidas, onde os resultados positivos aumentaram com a conscientização coletiva da população para a triagem domiciliar.

As soluções para os problemas referentes aos resíduos sólidos podem passar por níveis locais – soluções descentralizadas (bairros ou municípios) ou a nível regional – soluções centralizadas, envolvendo vários municípios. Estas soluções regionalizadas do tratamento e destino final dos resíduos sólidos, visam proteger os ecossistemas mais sensíveis, como é o caso das ilhas litorâneas.

O município de Florianópolis é caracterizado como uma cidade turística. Tem implantado o programa de coleta seletiva semanal para o município, apresenta em algumas comunidades solução descentralizada (pátios de compostagem) e mantém o sistema de coleta tradicional. A produção diária de resíduos sólidos apresenta uma variação sazonal. Em 1997, durante a baixa temporada a produção diária foi de 280 t/dia e na alta temporada foi de 340 t/dia.

Pelo exposto acima, é de fundamental importância a determinação de áreas, tecnicamente viáveis, para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, tendo em vista que a produção é diária, com o esgotamento da capacidade de uma área, há necessidade imediata de outras áreas já previamente selecionadas e autorizadas para esse fim.

Neste sentido, este trabalho utilizou uma metodologia, a qual aplicou técnicas de geoprocessamento na seleção de áreas para o sistema de resíduos sólidos (instalação de aterros sanitários, centros de triagem, usinas de reciclagem e compostagem, usina de incineração, estações de transbordo), de forma a minimizar os impactos ambientais e que venham representar soluções não paliativas para o problema.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

A vida moderna, especialmente nas cidades, tem transformado seus habitantes em grandes consumidores de mercadorias produzidas e empacotadas com o emprego de energia e de recursos naturais. Com isso, as populações urbanas, sujeitas aos processos industriais e das mercadorias ofertadas nos centros de consumo, são grandes produtoras de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos se tornaram os principais poluentes do solo e subsolo, os quais passam a ser fontes de poluição dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas), da atmosfera, devido a tratamentos e destinos inadequados empregados, agravado pelo crescimento demográfico dos núcleos urbanos e especialmente das áreas metropolitanas, causando, por conseguinte, danos à qualidade de vida.

No Brasil, algumas municipalidades como São Paulo, Curitiba, Porto Alegre e Florianópolis vem se destacando na busca de soluções, com implantação de sistema de coleta de resíduos diferenciado (coleta comum, coleta seletiva), centros de triagem e comercialização, sistema de tratamentos e/ou disposição ambientalmente adequados (incineradores, usinas de compostagem e aterros sanitários).

As atividades de gerenciamento dos resíduos sólidos, e seu processo operacional é desencadeado a partir da sua geração (domiciliar, hospitalar, industrial, comercial, capinação, varrição) e compreende as etapas de acondicionamento, coleta, transporte (estação de transferência), tratamento e destino final dos resíduos sólidos.

2.1.1 Geração de Resíduos Sólidos

Segundo Baasch (1995), a geração é o ponto de partida no conjunto que constitui o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos. Nesta fase, os materiais são avaliados pelo usuário como não tendo mais valor ou utilidade. A quantidade e composição dos resíduos sólidos numa comunidade é função do padrão sócio-econômico de seus habitantes, da vocação da cidade (turística, serviços, industrial e outras), das características do clima, hábitos alimentares e costumes, variações na economia (recessão, estabilidade, crescimento econômico) e outros.

Para Lima (1990), muitos estudos têm sido realizados a fim de demonstrar a evolução da geração de resíduos através dos tempos, tanto em termos quantitativos como em termos qualitativos. Pode-se definir os seguintes fatores como os mais influentes na geração e composição dos resíduos domésticos:

Nível de renda familiar – A quantidade per capita de resíduos produzidos aumenta em proporção a renda familiar, já que quanto maior a renda maior o consumo e, conseqüentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolescências e, maior ocorrência de embalagens;

Industrialização de alimentos – O crescente desenvolvimento na industrialização de alimentos também tem influenciado na tendência para a maior quantidade de embalagens e menores quantidades de matéria orgânica, já que os alimentos vem limpos e preparados para o consumo;

Hábitos da População – A aquisição de alimentos em feiras livres, por exemplo, aumenta as quantidades de matéria orgânica nos resíduos. Aumento de oferta de bebidas em embalagens sem retorno tem aumentado a participação de plásticos, latas e papelão nos resíduos; e

Fatores Sazonais – Nas cidades turísticas litorâneas é conhecido o aumento da geração de resíduos sólidos domésticos no verão, devido a flutuação populacional. No período de final de ano, em virtude de maior consumo, os resíduos refletem as compras natalinas e o maior consumo de bebidas e alimentos.

De acordo com os dados do IBGE (1980), no Brasil a quantidade total de resíduos coletados tinha origem em fonte domiciliar em 67% dos casos. Na região Sudeste do País são produzidas e coletadas as maiores quantidades de resíduos (62%), com percentual de 37% gerado somente no estado de São Paulo. O quociente entre o total de resíduos coletados e a população urbana do País foi estimado em 0,19 t/hab./ano.

2.1.2 Acondicionamento e Armazenamento dos Resíduos Sólidos

Segundo o IPT (1995), o sistema de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos envolve uma fase interna e outra externa. A primeira, sob a responsabilidade do gerador (residência, estabelecimento comercial, e outros), compreendendo a coleta interna, acondicionamento e o armazenamento. A fase externa é de responsabilidade das administrações municipais, através dos serviços de limpeza pública.

Para Canassa (1992), o acondicionamento constitui a primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos. Para isso são utilizados diversos recipientes para armazenamento, tais como: vasilhas domiciliares, tambores, sacos plásticos, sacos de papel, containers comuns, containers basculantes e outros. Entre estes, os sacos plásticos são os mais utilizados.

Segundo o IPT (1995), embora o acondicionamento seja de responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer as funções de regulamentação, educação e fiscalização, inclusive no caso dos estabelecimentos de saúde, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas.

2.1.3 Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos (fase externa)

A operação de coleta visa recolher todos os resíduos sólidos gerados pela comunidade de forma organizada, segura e econômica, depositá-lo em locais de tratamento, em estações de transferência, ou encaminhá-los para a disposição final.

Para o IPT (1995), os resíduos sólidos precisam ser transportados mecanicamente do ponto de geração ao destino final. Esse serviço caracteriza-se pelo envolvimento dos cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-lo em dias, locais e horários pré-estabelecidos. Em contrapartida, o poder público deve garantir a universalidade do serviço prestado e a regularidade da coleta.

O processo de coleta dos resíduos sólidos engloba desde a saída do veículo, o roteiro de coleta até a estação de transbordo ou de transferência, podendo ser de várias formas, conforme determina a NBR- 12980: a convencional, a seletiva e a especial.

A convencional está associada a coleta dos resíduos domiciliares, comerciais, industriais e de limpeza de vias públicas. Em função do tipo de acondicionamento, pode ser coletado ao longo de vias públicas ou de forma pontual através de containers.

A coleta seletiva refere-se aos resíduos que passaram pelo processo de triagem na própria fonte geradora (nos domicílios, nas indústrias, no comércio), ou nos centros de triagem (local onde ocorre a segregação dos materiais, de forma manual ou por separadores magnéticos), dos componentes que podem ser recuperados, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes, para serem reutilizados ou reaproveitados como fonte de matéria prima na produção de novos produtos. De acordo com IPT (1995), ela deve estar baseada no tripé tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), informação (para motivar o público alvo) e mercado (para absorção do material recuperado).

A coleta especial refere-se aos resíduos contaminados, como por exemplo, os resíduos dos serviços de saúde, radioativos e outros. Neste caso, os resíduos são acondicionados em recipientes específicos, conforme preconizado pela legislação e coletados de forma separada em viaturas especiais.

Os veículos utilizados para a coleta, conforme NBR12980/93, são do tipo Coletor de Caçamba Aberta, Coletor Tipo Baú (convencional) e Coletor Compactador (em locais de alta concentração de lixo).

2.1.4 Estações de Transferência e Transporte

As estações de transferência ou transbordo são locais onde os veículos coletores transferem os resíduos coletados aos veículos transportadores. Esses locais devem ser escolhidos criteriosamente de forma a evitar problemas de ordem social, econômica e ambiental.

Para o IPT (1995), as grandes distâncias a serem vencidas até o ponto de destinação final dos resíduos recomendam o uso de estações de transferência que limitem o percurso dos veículos coletores, gerando maior economia e permitindo o transporte do lixo em veículos transportadores com capacidade entre 40 e 60 m³, com custos unitários de transporte usualmente reduzidos.

Segundo Junior (1996), a localização da estação de transferência, deve obedecer os seguintes itens: mais próxima possível da área a ser coletada; posição estratégica em relação às vias de transporte; construção em local que possibilite o mínimo de objeção da comunidade; viabilidade econômica de operacionalização; possibilidades de adoção de soluções conjuntas, agrupando comunidades, no que concerne à disposição final dos resíduos sólidos.

Além destas preocupações, a administração de serviços públicos deverá atender condições de estética, segurança e higiene para a instalação e operação das estações de transferência.

A etapa de transporte, passa por duas fases: das rotas de coletas até a estação de transferência e, desta, até o seu destino final, e quando não houver necessidade da estação de transferência, onde pequenas distâncias (10 km) são percorridas até o ponto de destinação final dos resíduos, haverá apenas uma fase: das rotas de coletas até o destino final.

No entanto, podem ocorrer casos em que os resíduos sólidos são reciclados em estações de tratamento ou incinerados. Os resíduos resultantes destes processos, serão transportados para um aterro sanitário.

2.1.5 Tratamento dos Resíduos Sólidos

Segundo Vargas (1998), a escassez de recursos naturais e energéticos e a nova ordem ambiental e econômica que está se estabelecendo no mundo moderno, têm feito com que práticas produtivas e a relação homem/ambiente sejam repensadas. Neste contexto, pelas exigências cada vez maiores da sociedade, dos países desenvolvidos e de organizações governamentais e não governamentais, e do mercado consumidor, novas estratégias de desenvolvimento econômico e social tem sido compatibilizadas com a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida.

Segundo Pereira Neto (1996), os resíduos sólidos urbanos, podem ser definidos como uma massa heterogênea de restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, parte dos quais podem ser reciclados ou parcialmente utilizados, gerando entre outros benefícios, economia de energia e a preservação de recursos naturais.

Para Azevedo (1997), a redução da quantidade de resíduos passa, necessariamente, por uma mudança de conceitos e hábitos relacionados à produção e ao consumo. Esta pode ser conseguida através de alterações nos processos produtivos (métodos de processamento e matérias primas); pela mudanças de atitudes, hábitos e comportamentos ligados ao consumo, a produção de resíduos (educação ambiental); pelo emprego de tecnologias limpas (produtos/resíduos biodegradáveis e/ou reutilizáveis); pelas medidas políticas adotadas (legislação específica para o setor).

Segundo o IPT (1995), o tratamento do lixo pode ser feito em dois processos: segregação dos diversos componentes existentes no lixo visando a sua reciclagem e conseqüente redução no volume aterrado; incineração dos resíduos visando a sua redução e inertização, se possível, com recuperação de energia.

O primeiro processo pode ocorrer em uma área destinada à instalação de **usina de triagem/compostagem**, onde os resíduos são separados por triagem manual ou separador magnético. Para Azevedo (1997), este tratamento propicia a reutilização destes produtos como matéria prima para a indústria (caso dos materiais inertes como papel, papelão, plástico, vidro, metais) ou como insumo agrícola através da utilização do composto orgânico, obtido através do tratamento da fração orgânica por compostagem.

O segundo processo refere-se à instalação, em uma área de uma **usina de incineração**, a qual é uma instalação especializada, onde se processa a queima controlada do lixo, com a finalidade de transformá-lo em matéria estável e inofensiva à saúde pública e que pode ser feita em forno especialmente projetado para esta finalidade.

Os resíduos sólidos hospitalares, além da incineração, segundo o IPT(1995), podem ser tratados em esterilização a vapor, desinfecção química, inativação térmica, esterilização por gases, radiações ionizantes e também uso de microondas.

Para o IPT(1995), a localização da usina de incineração envolve uma série de barreiras técnicas e sociais que deverão ser negociadas, devendo obedecer os seguintes itens: mais próxima possível da área a ser coletada; posição estratégica em relação às vias de transporte; construção em local que possibilite o mínimo de objeção da comunidade; proximidade dos mercados consumidores de energia; tecnologia de incineração a ser usada; impacto ambiental; disposição final das cinzas geradas.

2.1.6 Disposição Final dos Resíduos Sólidos

Para Vargas (1998), ao longo dos tempos e com a evolução da ciência, o homem identificou nos resíduos por ele gerados uma fonte de diversas doenças e de seus vetores, passando a destiná-los a locais determinados, afastados do seu ambiente, sob a forma do que hoje se convencionou chamar de "lixões a céu aberto", ainda existentes na maioria dos municípios brasileiros.

De acordo com Souza (1999), "lixões a céu aberto" é um dos processos mais antigos e ainda mais adotado nas cidades brasileiras. Dados do IBGE (1991), mostram que 88% dos municípios brasileiros utilizam este processo.

Para IPT (1995), esta forma de disposição final de resíduos sólidos é inadequada, caracteriza-se pela simples descarga de qualquer tipo de resíduo sobre o solo, sem nenhuma medida de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, provocando a proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, causando danos à saúde pública, comprometendo os recursos hídricos e a qualidade de vida da população.

Outra forma conhecida de disposição final de resíduos sólidos é a do aterro controlado, a qual é preconizada pela NBR – 8849/85. É uma técnica que não causa danos ou riscos à saúde pública, mas causa poluição localizada, porque não dispõe de impermeabilização da base e não dispõe de sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados, mas é um método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos.

A forma correta e segura para a disposição final de resíduos sólidos é o aterro sanitário. Segundo a ABNT (1984), "é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método, utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível, e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores se for necessário".

De acordo com Soares (1995), o aterro sanitário pode ser definido como sendo uma área tecnicamente escolhida e organizada para receber certas famílias de resíduos que serão acumulados e enterrados em condições compatíveis com a preservação do meio ambiente.

Para Azevedo (1997) apud Vargas (1998), o aterro sanitário, dentro de um sistema moderno de gestão integral de resíduos sólidos, é visto como sendo uma solução imprescindível, porém destinado a receber os rejeitos dos processos anteriores de tratamento (reutilização, reciclagem, compostagem e incineração), e não mais a totalidade dos resíduos gerados pela sociedade.

Segundo SOUZA (1999), apesar das várias opções de valorização ou de eliminação dos resíduos sólidos, na maioria das cidades brasileiras, não são observados critérios científicos ou ecológicos para o tratamento e disposição final de resíduos.

Segundo Lima (1990), a escolha de áreas para a implantação de aterros sanitários precisa ser levada a termo, seguindo critérios ambientais, como análise topo-geomorfológica, análise geomorfológica, análise estrutural da cobertura pedológica, carta geotécnica e análises ambientais complementares (entornos, clima, ecossistemas importantes).

Para Zuquette (1987) e Marques (1996), quanto aos aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, ambos apresentaram os atributos de declividade, de material inconsolidado, com suas características de (CTC, pH, permeabilidade), de profundidade do nível d'água, de profundidade do substrato rochoso, das camadas compressíveis, todos utilizados para avaliar áreas para a implantação de aterros sanitários.

Para selecionar áreas potenciais para disposição de resíduos sólidos, Brollo et al (1998), utilizando uma escala regional (1:100.000), na região metropolitana de Campinas, usaram vários critérios contidos nos aspectos ambientais: **sócio-político** (uso e ocupação do solo e legislação); **fisiografia** (susceptibilidade a processos geodinâmicos (erosão e escorregamento, inundação), características e propriedades (nível d'água, litologia, rochas muito fraturadas -grandes falhamentos regionais - zonas de cisalhamento cataclástico, espessura de solo, relevo), **hidrogeologia** (produtividade das águas subterrâneas, densidade de poços tubulares profundos), **clima** (intensidade de chuvas, direção dos ventos).

2.2 Legislação Ambiental Brasileira e os Resíduos Sólidos

A legislação ambiental brasileira nos últimos anos sofreu um avanço considerável. Há no território nacional um aparato normativo que demonstra a abundância da tutela jurídica do meio ambiente.

O território nacional está subordinado a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada, fiscalizada e executada pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que integra todas as ações e está estruturado por um Órgão Superior (Conselho de Governo); por um Órgão Consultivo e Deliberativo (CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente); por um Órgão Central (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal); por um Órgão Executor (IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); por Órgãos Seccionais (Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, as Fundações, etc.); e os Órgãos Locais (Entidades ou Órgãos Municipais).

Ao legislar no território nacional, na questão ambiental, sobre várias matérias, muitas vezes é de competência dos três níveis de governos (União, Estados e Municípios), onde esta competência pode ser comum, complementar / suplementar e exclusiva .

As restrições quanto ao uso e ocupação do solo urbano são enfatizadas na Legislação Federal (Lei nº 6.766/79), Estadual (Lei nº 6.063/82) e Municipal (Lei Orgânica dos Municípios, traduzida pelo Plano Diretor dos Municípios).

Há também vários procedimentos definidos por algumas normas específicas, produzidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), referente ao tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Este é órgão responsável pela normalização técnica no Brasil e representante oficial do país nas entidades de normalizações internacionais.

Assim, muitas das limitações de uso e ocupação do solo quanto às áreas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos, estão preconizadas na legislação vigente.

2.2.1 Legislação Federal

A União, segundo a Constituição de 1988, em seu Artigo 21, parágrafo XX, é de sua competência instituir diretrizes para o saneamento básico.

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 e suas alterações feita pela Lei nº 7803/89, preconiza a obrigatoriedade de uma reserva de faixa "non aedificandi" a margens dos corpos d'água correntes e dormentes.

Para Zimmermann (1993), o Decreto-Lei 9.760, de 30 de Setembro de 1946 e a Instrução Normativa nº 01 de 05 de Março de 1981, estabelecem os procedimentos para a determinação da LPM (Linha da Preamar Média) de 1831, servindo como limite externo dos Terrenos de Marinha, situados na costa marítima, nas margens dos rios e lagoas. Os Terrenos de Marinha, referem-se a uma faixa de terra com profundidade de 33 (trinta e três) metros, medidos horizontalmente a partir desta linha, na direção da terra.

A Resolução nº 01/90 que aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, instituído pela Lei nº 7.661, de 16 de Maio de 1998, considera os Terrenos de Marinha, cuja posse é atribuída à União pela legislação vigente, como situados na zona costeira. A zona costeira é constituída de 11,1 (onze vírgula um) quilômetros como faixa marítima e de 20 (vinte) quilômetros como faixa terrestre a partir da linha da costa.

A Lei nº 6.766, de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, em seu Art.3º, Parágrafo único, Inciso III, preconiza que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes.

A Portaria do Ministério do Interior nº 53, de 01 de março de 1979 e a nº 124 de 20 de agosto de 1980, estabelecem normas relativas ao tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como recomenda soluções conjuntas para grupos de Municípios quanto a planos e projetos de destinação final dos resíduos sólidos, incentivando também soluções que importem a reciclagem e o reaproveitamento racional desses resíduos, ficando responsáveis pela fiscalização, aprovação de projetos e cumprimentos das normas específicas a cargo dos órgãos estaduais de controle da poluição ambiental.

A NBR-8849 de 1984 e a NBR-8849 de 1985 são normas que estabelecem procedimentos para projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, onde os projetos apresentados devem ser constituídos obrigatoriamente de: memorial descritivo; memorial técnico; cronograma de execução e estimativa de custo; desenhos e eventuais anexos.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 23 de janeiro de 1986 obriga a realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) para incineradores de lixo municipal cuja capacidade exceda 40 t/dia. Para capacidades menores, O EIA e o RIMA são definidos pela própria Secretaria de Estado do Meio Ambiente de cada Estado, que compõe a República Federativa do Brasil.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 5, de 05 de agosto de 1993, hoje em vigor, trata do Plano de Gerenciamento desses resíduos, de seu tratamento e disposição final, priorizando a reciclagem e soluções integradas ou consorciadas.

2.2.2 Legislação Estadual

A Lei Estadual nº 6.063, de 24 de maio de 1982, trata do parcelamento do solo urbano, o qual está regido pela Lei Orgânica dos Municípios, plano diretor, que estabelece o perímetro urbano da cidade.

Para efeito desta lei, adotou-se o Art. 2º do Código Florestal Lei nº 4771/65, que considera de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens dos rios ou qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima de 30 metros para rios menores de 10 metros; largura mínima de 50 metros para os rios que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura ou nascentes ainda que intermitentes, e os chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de mesmo valor; e nas encostas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

O Art. 3º desta Lei, no inciso III, preconiza que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento).

No Art. 4º estabelece que em áreas litorâneas, numa faixa de 2.000 m (dois mil metros) a partir dos terrenos de marinha, o parcelamento do solo depende de análise da Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA).

A Lei nº 5.793 de 15 de outubro de 1980, dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e está regulamentada pelo Decreto nº 14.250 de 05 de junho de 1981.

No Art. 21º do Decreto nº 14.250, preconiza que o solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular. No parágrafo 1º deste artigo, quando o destino final, exigir a execução de aterros sanitários, deverão ser tomadas as medidas adequadas para a proteção das águas superficiais e subterrâneas, obedecendo-se normas a serem expedidas.

No Art. 22º, parágrafos 1º, 3º, diz em linha geral, que os resíduos hospitalares, dos laboratórios de análise, das clínicas médicas, e dos provenientes do tratamento de enfermidades infectocontagiosas, bem como de órgão de pesquisa e congêneres, portadores de patogenicidade, deverão ser incinerados em instalações que mantenham alta temperatura para evitar mau odor ou perigo de contaminação.

Nos Artigos 42º, 43º e 44º, são definidas as áreas de proteção especial e a faixa de terra adjacentes que acompanham o entorno destas áreas. A faixa de 500 metros é estabelecida para os parques estaduais, as estações ecológicas ou reservas biológicas.

No Art. 48º, enfatiza a proibição do corte raso da vegetação nativa e outras atividades que degradem os recursos naturais e a paisagem das ilhas, quer sejam costeiras ou oceânicas.

Na Seção IV, deste Decreto, referente ao parcelamento do solo, no Art. 61º, parágrafo 3º, preconiza que o solo rural somente poderá ser utilizado mediante planejamento segundo sua capacidade de uso e através do emprego de tecnologia adequada e aprovada pelos órgãos competentes do Estado ou do Município.

A Lei nº 9.428 de 07 de janeiro de 1994, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Santa Catarina, preconiza no Art. 2º que todo corpo d'água interior deverá ter suas margens protegidas por vegetação nativa plantada ou regenerada naturalmente em uma faixa que possibilite a estabilização dos taludes marginais, evitando assim processos erosivos.

No Estado de Santa Catarina compete a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM), através da Diretoria de Saneamento (DISA), na Gerência de Resíduos Sólidos (GERES) – fiscalizar e orientar os municípios nos programas de gerenciamento dos resíduos sólidos e compete a Fundação de Amparo e Tecnologia ao Meio Ambiente (FATMA), que tem o poder de polícia, licenciar os sistemas, de acordo com o EIA e o RIMA produzidos para cada projeto específico, em atendimento à legislação vigente.

2.2.3 Legislação Municipal

A Constituição de 1988, em seu Artigo 23º, Incisos III, IV, VI e VII, confere aos Municípios a competência para legislar em matéria sobre a proteção ambiental, em comum com a União e os Estados. Além dos Municípios ficarem mais no âmbito da execução da legislação vigente, é reconhecido aos mesmos, no Artigo 30º, Inciso II da Carta Magna, legislar em matéria ambiental para suplementar a legislação federal e a estadual.

Os Municípios, quanto ao aspecto institucional, são todos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). O SISNAMA foi criado pela Lei nº 6.938/81, que representa um conjunto articulado de órgãos, entidades, regras e práticas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios responsáveis pela proteção ambiental.

Os instrumentos legais de planejamento municipal que podem condicionar a prestação do serviço de limpeza urbana e inserir o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no conjunto das ações de planejamento municipal, são o Plano Diretor (Lei Orgânica do Município); Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei do Zoneamento); Lei Orçamentária; e o Código Tributário.

No Município de Florianópolis, para atender o desenvolvimento turístico da cidade foi elaborado o Plano Diretor dos Balneários, instituído pela Lei 2.193 de 25 de janeiro de 1985, que dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo nos balneários da Ilha de Santa Catarina, com a finalidade de direcionar o crescimento urbano nas praias. No artigo 93º desta Lei diz que: "As Áreas de Preservação Permanente (APP) são "non aedificandi", ressalvos os usos públicos necessários, sendo vedado nelas a suspensão das florestas e demais formas de vegetação, a exploração de pedras, bem como o depósito de resíduos sólidos".

O Plano Diretor do Distrito Sede, regulamentado pela Lei Complementar nº 001/97, publicado no Diário Oficial nº 15.744 no dia 03 de outubro de 1997, dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo de Florianópolis.

O Legislativo Municipal de Florianópolis, além do Plano Diretor, tem elaborado e aprovado um conjunto leis que disciplinam determinadas fases do sistema limpeza pública, coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Dentre elas estão:

- Lei nº 1.224, de 02 de setembro de 1974, que institui o código de posturas municipal, onde no seu artigo 77º, parágrafo 1º, preconiza que os terrenos ou lotes devem permanecer limpos e que não será permitido que os mesmos sirvam de depósito de lixo. Já o artigo 80 deste código, determina que quando o destino final do lixo for o aterro sanitário, este deverá ser recoberto com uma camada de terra de cinquenta centímetros;

- Lei nº 3.290, de 12 de janeiro de 1990, dispõe sobre a obrigatoriedade da existência de local específico para a estocagem temporária dos resíduos sólidos em todas as edificações, e que o receptáculo deverá ser construído na parte interna da propriedade, junto ao

alinhamento do muro, o qual faz limite com o logradouro;

- Lei nº 3.451, de 21 de março de 1991, dispõe sobre a separação de lixo nas escolas públicas e particulares de Florianópolis. O artigo 3º desta lei, determina que os resíduos serão separados em três categorias: lixo seco; lixo Orgânico; e lixo de banheiro e similares;

- Lei nº 3.549 de 23 de abril de 1991, disciplina a coleta, destinação e tratamento do lixo hospitalar e dá outras providências. Esta lei em seu artigo 1º preconiza que os estabelecimentos hospitalares, laboratórios, postos de saúde, clínicas médicas, bem como de órgão de pesquisa e congêneres que produzem lixo contaminado por agentes patogênicos devem separar estes resíduos dos demais. O parágrafo 1º deste artigo, estabelece que estes resíduos deverão ser acondicionados em recipientes diferentes dos demais, através de cor específica (vermelha) e da inscrição "perigo lixo hospitalar". No artigo 2º desta lei, estabelece que estes resíduos serão obrigatoriamente incinerados;

- Lei nº 3.824 de 03 de setembro de 1992, dispõe sobre o programa de separação de resíduos sólidos. Em linha geral, esta lei determina em seu artigo 1º, que o poder executivo deve implantar um Programa de Educação e Orientação (PEO) na separação de resíduos na origem, sendo que este deverá ser permanente. Já o artigo 2º desta lei, classifica a separação dos resíduos em três espécies: **seco** (todo material reciclável de difícil decomposição); **orgânico** (resíduos de fácil decomposição); e **lixo de banheiro e seus similares** (resíduos produzidos na higiene, limpeza e tratamento de saúde). Esta lei foi sancionada pela Lei nº 5256/98, entrou em vigor em 16 de março de 1998.

- Lei nº 3.890 de 23 de dezembro de 1992, dispõe sobre separação, coleta e dá outras providências relativas aos resíduos de serviços de saúde. Esta lei preconiza que os resíduos de serviços de saúde deve obrigatoriamente ser separado em três espécies: **infectantes** (resíduos oriundos do tratamentos de pacientes, material biológico, vacinas vencidas, sangue humano e produtos derivados, perfurantes e cortante, animais mortos); **especiais** (resíduos químicos perigosos, radioativos, reativos, germicidas, soluções para revelação de radiografias, farmacêuticos (medicamentos vencidos)); **resíduos comuns** (os recicláveis – quaisquer rejeitos que possam ser recicláveis, como papel, plástico, vidro, metal - e os rejeitos – os que não se enquadram nas categorias anteriores. A lei determina que estes resíduos devam ser adequadamente armazenado em lixeiras identificadas com a inscrição do respectivo resíduo, até que os caminhões, destinado a cada tipo de coleta, os recolham.

- Lei nº 4.838 de 11 de janeiro de 1996, dispõe sobre o depósito de lixo perecível em estabelecimentos comerciais. A lei determina que todo estabelecimento comercial que produz lixo perecível deve armazená-lo em local ou recipientes apropriados. Os resíduos devem ser dispostos em locais apropriados para coleta pública somente 30 minutos antes da coleta, se no centro da cidade e uma hora antes da coleta, se fora da área central da cidade.

- Lei nº 5457 de 01 de março de 1999, autoriza a criação de depósitos de lixos. Esta lei institui em seu artigo 1º, a criação de lixeiras comunitárias ou depósitos de lixo, nas localidades onde seja difícil o acesso dos serviços normais de coleta de lixo, dentro de padrões que evitem o odor e a proliferação de animais nocivos ao ser humano.

- Sistema de Informações Geográficas (SIG) e as Metodologias por Critérios Múltiplos

Um SIG ou sistema de geoprocessamento consiste em um sistema computacional que reúne um poderoso conjunto de ferramentas para a entrada, armazenamento, recuperação, transformação, análise e representação de dados do mundo real para um conjunto particular de propósitos.

O princípio fundamental de um SIG é o georreferenciamento, ou seja, a indexação ou codificação geográfica da informação utilizada através de um sistema de referência cartográfica. Outra característica é a possibilidade de integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e formas diversas numa única base de dados, possibilitando a geração de novas informações derivadas e sua visualização na forma cartográfica (Arnoff(1991); Burrough (1992) e Câmara (1993)).

Os métodos convencionais de análise são demorados e trabalhosos, dificultando a tarefa de integração e espacialização dos dados, especialmente quando eles têm diferentes origens, tipos e formatos. As técnicas de análise espacial introduzidas com o SIG podem facilitar sobremaneira essa tarefa, permitindo a integração de um grande número de variáveis e a espacialização dos resultados. Além de reduzir a subjetividade nos procedimentos de análise passa-se a contar com a visualização dos dados e resultados na forma de mapas.

Segundo Burrough(1992), o processamento de dados em SIG pressupõe que os mesmos estejam organizados em planos de informações individuais, de acordo com a natureza dos diversos temas a serem representados, como forma de efetuar análises que possam considerar separadamente as características específicas de cada um. A informação de cada plano é composta de basicamente duas partes. Uma delas é a informação espacial, referenciada a um sistema de coordenadas e com localização e delimitação das classes da área de interesse. A outra parte é composta pelos atributos não espaciais e reúne dados descritivos de natureza diversa sobre as classes, geralmente tabulados e organizados em um sistema gerenciador de banco de dados.

Para Weber (1995), os dois tipos de informação, cartográfica e tabular, quando isoladamente utilizados, como nos métodos convencionais de análise, não são aproveitados em sua totalidade. Neste mesmo contexto, a cartografia, embora represente um passo essencial para o conhecimento do território a ser administrado, é um elemento relativamente estanque, especialmente quando não estiver armazenada em meio digital. O uso isolado de um banco de dados convencional, por outro lado, permite apenas a obtenção de listas com os resultados de operações lógicas ou aritméticas. Identifica-se quais áreas apresentam uma ou mais características especificadas mas não se obtém nenhuma informação acerca da distribuição espacial dessas áreas.

A possibilidade oferecida pelo SIG de integrar os dois tipos de informações e de executar qualquer tipo de operação sobre a mesma base de dados fez com que a análise ambiental experimentasse nos últimos anos um grande salto metodológico, passando a contar com a possibilidade de considerar correlações espaciais, relação de causa e de efeito e aspectos temporais que antes eram impraticáveis pelos meios tradicionais existentes (Townshend (1992); Xavier da Silva (1992)).

Com o desenvolvimento dos SIG, analistas ambientais aumentaram suas possibilidades de dispor de sistemas de informações nos quais os dados são mais acessíveis, mais facilmente combinados e permitem uma flexibilidade de modificações para atender as necessidades de processos decisórios ambientais.

Segundo Souza (1999), a tecnologia é construída sobre uma variedade enorme de disciplinas científicas, passando por cartografia, sensoriamento remoto, aerofotogrametria, ciência da computação, estatística, entre outras. Conseqüentemente, o envolvimento com GIS requer um extenso embasamento teórico em tratamento digital de dados e ciências de mapeamento. Alguns SIG's, oferecem um conjunto de ferramentas que permitem desenvolver modelagens complexas envolvendo vários critérios e objetivos. A introdução recente de rotinas de apoio à decisão no ambiente dos GIS tem possibilitado o aumento na flexibilidade e na complexidade das análises efetuadas com essa ferramenta. Uma das grandes análises de aplicações desses novos conceitos são as análises de impacto, aptidão ou vulnerabilidade, por excelência áreas de aplicação de SIG.

A possibilidade de combinar informações cartográfica e tabular, bem como embutir conhecimento específico e/ou subjetivo em uma

análise, torna um sistema de geoprocessamento (SIG) uma ferramenta especialmente útil para o planejamento de empreendimentos. O planejamento pode ser definido como a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisão para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade. (Santos & Nascimento, 1992).

No contexto de SIG, o processo de análise de decisão envolve vários conceitos. Uma decisão, por exemplo, é uma escolha entre alternativas, baseada em algum critério. Um critério é alguma base mensurável e analisável para uma decisão, e pode ser um fator ou uma restrição. Um fator realça ou ameniza a aptidão de uma alternativa específica para um propósito destinado a uma restrição. Uma restrição constitui um limite rígido para alternativas em consideração. Uma regra de decisão é o procedimento pelo qual critérios são combinados para uma determinada avaliação que visa um objetivo específico. Esta avaliação pode ser feita por critérios múltiplos ou com múltiplos objetivos e estes podem ser complementares ou conflitantes.

3 Caracterização da Área de Estudo

3.1 Localização da área de estudo

A área de estudo abrange o município de Florianópolis, localizado no Estado de Santa Catarina, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 27°22'17" a 27°51'14" de latitude Sul e 48°20'00" a 48°36'57" de longitude Oeste de Greenwich (Fig.01).

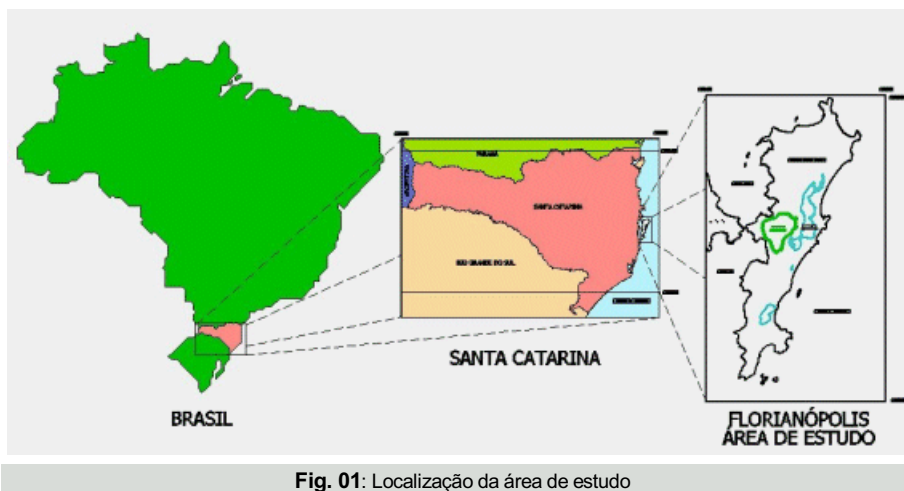


Fig. 01: Localização da área de estudo

O município de Florianópolis é muito conhecido pelas belezas de seu ambiente natural. Tendo a maior parte de seu território situado em uma ilha denominada Ilha de Santa Catarina, o que lhe confere uma característica peculiar. Apresentando a linha de costa bastante recortada, com uma extensão de 172 km, com uma área de 423 Km². Nela encontram-se quarenta e duas praias, alguns costões e zonas de manguezais na foz dos rios

3.2 Clima

O município de Florianópolis caracteriza-se por apresentar amplitudes térmicas anuais moderadas, com um clima agradável pela influência da maritimidade e segundo os critérios de Köppen, a classificação climática é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical, pertencente ao grupo mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano (Santos, 1997).

A variação da temperatura em Florianópolis está na dependência da maritimidade que desempenha um papel regulador, diminuindo contrastes térmicos. A média das máximas do mês mais quente varia de 28 a 31 °C e a média das mínimas do mês mais frio, de 7,5 a 12 °C (EMBRAPA, 1988).

3.3 Geologia

Segundo Santos (1997), a geologia da Ilha pode ser descrita como um conjunto de rochas cristalinas, granitóides e vulcanitos associados, representando o Ciclo Tectônico Brasileiro, cortados localmente por diques de diabásio de Idade Juro-Cretácia, sobrepostos por coberturas sedimentares recentes, relativas aos eventos Terciários/Quaternários. As rochas Cristalinas (igneas) constituem os morros, formando um conjunto de elevações grosseiramente alinhados na direção NE. Esses morros, servem como anteparos para o acúmulo de material sedimentar, comumente retrabalhados, muitas vezes derivados dos próprios morros. Os granitóides afloram sob a forma de matações de médio e grande porte e lajeados, comumente apresentando uma alteração superficial, bastante pronunciada, que produz um horizonte C bastante espesso (solo residual).

Cada unidade geológica-geomorfológica individualizada, possui gênese distinta, tendo passado por processos de formação e intemperismo diferenciados, gerando, conseqüentemente, solos com comportamentos geotécnicos diferentes. A coluna estratigráfica da Ilha de Santa Catarina pode ser vista na tabela 3.1 (Santos, 1997).

O granito Palmeira do Meio, do Grupo Pedras Grandes, segundo IPUF (1981) apud PMF (1994), considera que a principal forma de sua ocorrência se dá sob a forma de matações e blocos com diâmetros predominantes de 1 a 10 metros. Pode-se observar a concentração de matações em algumas áreas, formando "campos de matações", como no Morro da Cruz, Jurerê e Ratones. Este granito também ocorre sob a forma de afloramento, sendo observados principalmente junto ao mar, onde a erosão, principalmente a marítima, retirou a camada de solo residual. Assim, tem-se os afloramentos nas praias da Joaquina, do Forte, Jurerê. Outros afloramentos deste Granito podem ser vistos junto a escarpas associadas a elevações e mesmo a escarpas de falhas tais como no Morro da Cruz.

Os diques (formas hipoabissais) de riolito que ocorrem na Ilha de Santa Catarina, pertencem à Formação Campo Alegre, Grupo Itajaí, segundo PMF (1994), encontram-se no Morro do Matadeiro, entre as praias da Armação e Pântano do Sul, Morro da Costa das Lagoas, Ponta do Coral e Morro da Cruz.

As rochas intrusivas básicas (diabásios) que ocorrem na Ilha de Santa Catarina, pertencem a Formação Serra Geral, Grupo São Bento, de acordo com PMF (1994), os diques de diabásio possuem extensão limitada, apresentando-se geralmente alterados devido ao intemperismo, com direção predominante NE. Estes diques, ocorrem cortando os granitóides e estão encaixados em falhamentos existentes no granito Palmeira do Meio.

Os depósitos sedimentares possuem diferentes características e gêneses e formam as baixadas e planos da Ilha. Segundo Santos (1997), os depósitos de encostas são acumulações de material detrítico, proveniente do intemperismo das rochas graníticas que compõem a Ilha e em alguns pontos sofreram a ação marinha e eólica, sendo retrabalhados, formando "rampas de dissipação", interrelacionando-se com depósitos tipicamente marinhos e eólicos. Exemplos típicos são a Praia dos Ingleses, onde junto aos morros, tem-se depósitos de origem eólica, interligados com depósitos coluvionares; Praia Mole, proximidades da Lagoa da Conceição e Praia do Campeche, sempre nas regiões de transição entre os depósitos sedimentares eólicos e os morros de granito.

Para Caruso Jr.(1993) apud Santos (1997), os depósitos marinhos praias, os depósitos transicionais lagunares, os depósitos lagunares, os depósitos eólicos, os depósitos paludais e turfáceos e os depósitos de manguezais são todos relacionados ao período Pleistoceno e/ou Holoceno.

Os depósitos marinhos são cordões litorâneos, relacionados à oscilação do nível do mar, composto principalmente por areias quartzosas de granulação média a grossa, onde os depósitos de maior extensão situam-se nas regiões de Ingleses, Rio Vermelho e Campeche.

Os depósitos transicionais lagunares ocorrem com maior expressão, no Norte da Ilha, nas praias de Canasvieiras e Cachoeira de Bom Jesus e ao Sul no Pântano do Sul, onde a ingressão de águas do mar, com posterior regressão, proporcionou a formação de vários lagos e manguezais.

Os depósitos lagunares estão representados pela lagoas do Peri, Conceição e Lagoinha do Leste, com predominância de sedimentos arenosos nas margens e finos nas partes de maior profundidade.

Os dois depósitos eólicos de maior expressão na Ilha, são o campo de dunas da praia da Joaquina e das Aranhas, junto a praia do Santinho e Ingleses, os quais são movimentados pelos ventos da direção Nordeste e do quadrante Sul, principalmente nos meses de inverno.

3.4 Geomorfologia e Relevô

A Ilha de Santa Catarina, originalmente era constituída por um "arquipélago" de rochas cristalinas, atualmente, representadas pelos morros e que provavelmente durante o período Terciário, em período alternados do Quaternário, esse grupo de ilhas foi ligado por formações constituídas por sedimentos marinhos, lacustres, eólicos e fluviais, desenvolvendo-se as restingas, e à medida que se expandiam, aumentavam a extensão das praias e passavam a sofrer retrabalhamento pelo vento, originando as dunas.

A disposição desses grupos de ilhas, suas projeções e reentrâncias que abrigam pequenas enseadas e que protegiam antigas baías, evidenciam o controle estrutural do alinhamento NE-WS. As paleoenseadas, incrustadas no embasamento salientam a orientação secundária da estrutura com a direção NW-SE, coerente com alinhamento da área continental.

Os terrenos cristalinos, que constituem os embasamentos rochosos e correspondem a Unidade Geomorfológica Serras Litorâneas, estão representados pelos granitos do Complexo Granítico Pedras Grandes, por riolitos e por intrusões em forma de diques de diabásio. Este embasamento serve de apoio às áreas sedimentares que delimitam o atual contorno da Ilha e que faz parte da Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

Nas encostas das elevações cristalinas, onde predominam os processos pluvial e intemperismo químico, o principal aspecto morfológico se constitui nas rampas de dissipação colúvio-aluviais.

As Planícies Costeiras estão representadas na área em estudo por campos de dunas, de baixa altitude, alcançando 40 m nos campos de dissipação de dunas, e apresentam morfologia típica.

Segundo Hermann (1989) apud Santos (1997), na planície sedimentar verifica-se a atuação de processos erosivos e deposicionais sob várias condições distintas de ambiente, onde os rios, os mangues, as praias e as lagoas aí existentes, constituem a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

3.5 Recursos Hídricos

Rios e lagoas integram a hidrografia da ilha. Os rios são de pequeno porte. A maioria das nascentes localiza-se nos terrenos do embasamento cristalino. Segundo relatório da comissão da Associação dos Municípios da Grande Florianópolis, GRANFPOLIS (1994), em Florianópolis a drenagem natural é composta principalmente pelos rio Ratonés, Papaquara, Córrego Grande, Tavares e Ribeirão João Gualberto.

O Norte da Ilha é drenado pela bacia do rio Ratonés, a maior existente na Ilha. O Sul pela bacia do rio Tavares, que deságua na Baía Sul e pela bacia do rio Itacorubi, que deságua na Baía Norte. Os estuários desses rios formam uns dos principais ecossistemas litorâneos – os manguezais, os quais recebem a mesma denominação.

No Leste da Ilha de Santa Catarina, segundo Santos (1997), localizam-se as duas maiores lagoas: a da Conceição e a do Peri, as quais estão separadas do mar por cordões arenosos, além de outras pequenas lagoas que estão colmatadas ou em adiantado estágio de colmatção como a Lagoinha de Leste, no Pântano do Sul; Lagoinha Pequena, Campeche; Lagoinha da Chica, Campeche; Lagoinha Ponta das Canas.

A Lagoa da Conceição é a maior delas, com 19,71 Km², e sofre influência da maré, facilitada pelo canal da Barra. Nas águas salobras desenvolve-se uma fauna marinha rica em crustáceos e peixes.

A Lagoa do Peri, com 2 a 4 metros de profundidade, possui 5,12 Km², e situa-se a 3 metros acima do nível do mar. Não sofre a

influência da maré, e constitui-se num reservatório de água doce.

Na Ilha de Santa Catarina, de acordo com Rego Neto (1990) apud PMF (1994), os aquíferos subterrâneos estão localizados sob o embasamento cristalino e nas planícies compostas de sedimentos marinhos, eólicos e aluvionares.

No embasamento cristalino os aquíferos encontram-se a uma profundidade de aproximadamente 200 metros e são alimentados pelas chuvas e indiretamente pelo sistema de drenagem natural (região de carga).

Nas planícies sedimentares, principalmente nos sedimentos de origem eólica, localizam-se os maiores potenciais de água subterrânea para abastecimento público. A falta de pesquisas hidrogeológicas e de uma legislação específica de zoneamento de uso e ocupação do solo, visando a proteção destes aquíferos, podem fazer com que o mau uso do espaço físico venha a comprometer estes recursos.

4 Materiais e Ferramental Tecnológico Utilizados

Os materiais utilizados constituem-se de informações básicas relativas aos diversos níveis de informações que serão processados em SIG, necessitando, para isso, de ferramental tecnológico (hardware e software). Os materiais e o ferramental tecnológico utilizados são:

- a) Base Cartográfica na Escala 1:25.000 do município de Florianópolis (IPUF/1979), transformado para Meio Digital, (ORTH / CNPq, 1999);
- b) Mapas Temáticos Digitais, Escala 1:25.000:
 - 1 - Mapa Geotécnico (SANTOS, 1997);
 - 2 - Mapa Hidrogeológico (GUEDES JUNIOR, 1999);
 - 3 - Mapa de Manchas Urbanas (ORTH/ CNPq, 1999);
 - 4 - Mapa de Zoneamento e Áreas de Preservação Permanente (ORTH/ CNPq, 1999);
- c) Imagens do Satélite TM LANDSAT 5 – Digital, bandas 1,2,3, 4, 5 e 7, órbita 220/079 EE da Ilha de Santa Catarina, com data de aquisição de 18/05/1995, fornecida pelo INPE;
- d) Imagens do Satélite TM LANDSAT 5, bandas 3, 4 e 5, órbita 220/079 EE, da Ilha de Santa Catarina, com data de aquisição de 18/05/1995, fornecida pelo INPE em papel, com nível de correção 4, na escala 1:50.000;
- e) Imagens do Satélite SPOT pancromática, ID 3 714405 951107 133520 1P, da Ilha de Santa Catarina, fornecida pela INTERSAT em papel na escala 1:50000;
- f) Fotografias Aéreas (IPUF/ESTEIO/94) do Município de Florianópolis em Escalas 1:25.000 e 1: 8.000;
- g) Ortofotocarta – Área Conurbada de Florianópolis (IPUF/ AEROFOTO CRUZEIRO S.A./79). Folha 19, Escala 1:5.000;
- h) Software de digitalização e edição vetorial MicroStation 95, Word versão 97;
- i) Software de Geoprocessamento IDRISI for Windows versão 2.0;
- j) Mesa Digitalizadora marca Digigraph, modelo Van Gogh, tamanho A0;
- k) Processador Pentium PRO-S 200 MHz, 64 de MB RAM, HD de capacidade 4,046 GB e periféricos;
- l) Plotter de pena A0;
- m) GPS 38, marca Garmin (LABCIG/ECV).

5 Metodologia Utilizada

A metodologia utilizada na seleção de áreas para o sistema de disposição final de resíduos sólidos foi feita em diferentes etapas, conforme pode ser observado no fluxograma de trabalho, apresentado na Fig.02 .

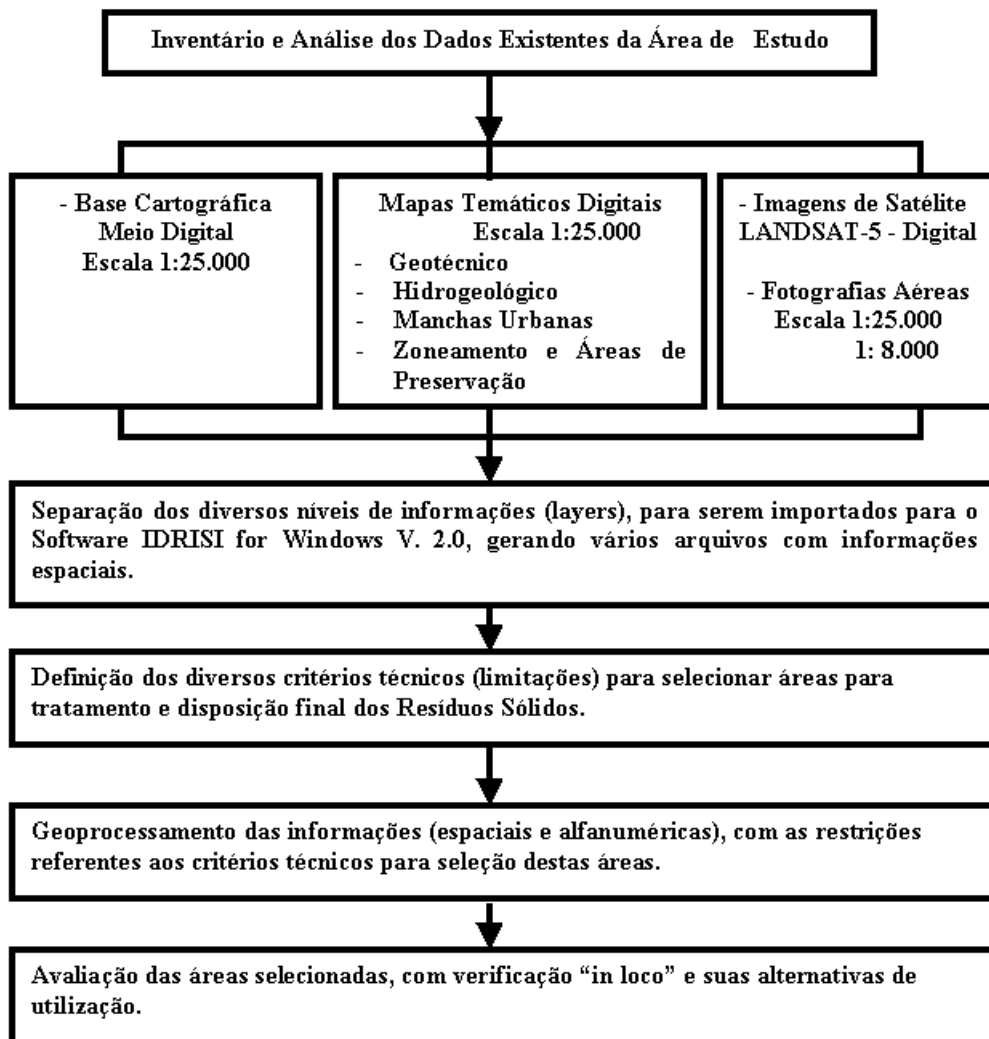


Fig. 02: Fluxograma da metodologia utilizada para escolha de áreas para a disposição final de resíduos sólidos.

5.1 Inventário e Análise dos Dados Existentes da Área de Estudo

Inicialmente fez-se um inventário sobre os dados existentes da área de estudo, o qual possibilitou a identificação do meio físico do município de Florianópolis, através de estudos do clima, da geologia, da geomorfologia e relevo e dos recursos hídricos, e também dos documentos cartográficos existentes, os quais serviram para fornecer as informações espaciais e alfanuméricas necessárias para o geoprocessamento.

Para tanto foram levantados os documentos cartográficos descritos no item anterior, e cuja a escala dos documentos em meio digital, era a mesma que foi adotada para este trabalho, a qual foi considerada ideal, em virtude da extensão da área de estudo. Algumas informações espaciais foram digitalizadas, a partir do meio analógico, na escala 1:25.000, como algumas curvas de nível e a hidrografia que estavam faltando ou estavam incompleta. Todas as demais informações espaciais de interesse para este trabalho foram encontradas nos documentos consultados.

O estudo utilizou os dados existentes quanto os aspectos topo-geomorfológico, geotécnico, hidrogeológico do município de Florianópolis, através dos levantamentos já efetuados (base cartográfica do município, e de alguns mapeamentos temáticos), e

também através da técnica de Sensoriamento Remoto, extraindo das imagens Spot e Landsat, e das fotografias aéreas as informações referente ao uso e ocupação do solo, tais como o perímetro urbano (manchas urbanas), o sistema viário, as áreas de proteção ambiental, dentre outras. Informações estas essenciais para aplicação dessa metodologia.

5.2 Separação dos Diversos Níveis de Informações

Os documentos citados no item anterior, serão utilizados para fornecer as informações relativas ao relevo (curvas de nível), à rede viária, à rede hidrográfica, ao mapeamento geotécnico e ao mapeamento hidrogeológico, ao uso e cobertura do solo e ao zoneamento, ressaltando as áreas de preservação permanente, tudo estruturado topologicamente, formando níveis de informações individualizados para cada tema, para serem processados no software IDRISI for Windows v. 2.0 (Clark University).

Estes níveis de informações referem-se ao contorno da área de estudo (limite municipal), representados por coordenadas planas (UTM), à ocupação urbana (manchas urbanas dentro desse limite), ao sistema viário (verificação dos pontos de convergência), às áreas especiais de proteção (parques, estações ecológicas), à hidrografia e à hidrogeologia , à fisiografia (unidades geotécnicas apropriadas, profundidade do lençol freático, espessura de solo e verificação de zona com falhamentos) e ao próprio clima.

Estas feições individualizadas, após a digitalização, foram editadas e estruturadas topologicamente, formando arquivos vetoriais separados, os quais juntamente com os critérios técnicos baseados nestas informações do meio físico e nas exigências legais e ambientais para o projeto de seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos foram processadas no software para obtenção dos resultados esperados.

A digitalização de alguns elementos da base cartográfica do município de Florianópolis, na escala 1:25.000, em meio analógico, realizou-se na mesa digitalizadora, utilizando-se dos seguintes parâmetros: $\Delta = 12,000$; tolerância = 25,000; ângulo = 5°; e as unidades de trabalho (m / cm).

Os parâmetros de digitalização estão ligados a escala da base cartográfica, onde o Δ (delta) e a tolerância estão relacionados com o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC).

Esta etapa só foi necessária para as curvas de nível e a hidrografia. Os demais "layers" já se encontravam em meio digital, necessitando apenas separá-los e editá-los.

Após a passagem do meio analógico para o meio digital, efetuou-se a edição dos "layers". Se houver transporte dos arquivos de um computador para outro, via disquete ou rede, é necessário ao abri-los, verificar se os parâmetros de digitalização se mantiveram, antes de editá-los, evitando assim o aumento exagerado do tamanho do arquivo.

A exportação dos arquivos existentes, já editados, com extensão (.dgn) para (.dxf), realizou-se no software MicroStation.

Os arquivos gerados foram: apa.dxf; app.dxf; curvasf.dxf; geot.dxf; hidro.dxf; higeol.dxf; orla.dxf; linhfrat.dxf; murb.dxf; viario.dxf.

Os arquivos foram vetorizados no ambiente do IDRISI V. 2.0, recebendo o mesmo nome, mas com a extensão .vec e com os seguintes atributos, conforme tabela 1.

Tabela 1: Arquivos Vetoriais e Atributos

Arquivo de Entrada	Estrutura Do Arquivo	Arquivo de Saída	Atributos	Sistema De Referência	Unidade de Medida
apa.dxf	<i>Polylines</i>	apa.vec	1	UTM - 22 S	m
app.dxf	<i>Polylines</i>	app.vec	2	UTM - 22 S	m
curvas.dxf	<i>Polylines</i>	curvas.vec	<i>Z-Value</i>	UTM - 22 S	m
geot.dxf	<i>Polylines</i>	geot.vec	3	UTM - 22 S	m
hidro.dxf	<i>Polylines</i>	hidro.vec	4	UTM - 22 S	m
higeol.dxf	<i>Polylines</i>	hidgeol.vec	5	UTM - 22 S	m
orla.dxf	<i>Polylines</i>	orla.vec	6	UTM - 22 S	m
linhfrat.dxf	<i>lines</i>	linhfrat.vec	7	UTM - 22 S	m
murb.dxf	<i>Polylines</i>	murb.vec	8	UTM - 22 S	m
viario.dxf	<i>Polylines</i>	viario.vec	9	UTM - 22 S	m

A figura 03 representa o resultado da importação do arquivo .dxf, convertido em arquivo vetorial, com extensão .vec, no IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se ao sistema viário principal do Município de Florianópolis.

Para rasterizar os arquivos vetoriais é necessário antes definir um tamanho único de imagem da área de estudo, especificando a resolução matricial adotada e todos os parâmetros desta imagem.

Depois, deve-se copiar estes parâmetros, nomeando as imagens criadas com o nome de cada arquivo vetorial, as quais não contém informações, apenas os parâmetros definidos anteriormente. Criada a imagem da área de estudo, copiados os seus parâmetros para cada "layer", pode-se efetuar a rasterização dos arquivos vetoriais. Ver tabela 2.



Fig. 03: Sistema viário principal do Município de Florianópolis

Tab. 02 : Parâmetros espaciais da imagem da área de estudo

Número de Colunas	Número de Linhas	Coordenadas Máximas	Coordenadas Mínimas	Sistema de Referência	Unidade de Medida
2700	5300	X = 762.000,00 Y = 6.970.000,00	X = 735.000,00 Y = 6.917.000,00	UTM - 22 S	m

Para copiar os parâmetros definidos para a área de estudo da imagem branca, gerando arquivos imagens com mesmos nomes dos arquivos vetoriais, através do software IDRISI V.2.0.

Com os arquivos imagens gerados, com os mesmos nomes dos arquivos vetoriais, os quais não contém informações espaciais, apenas possuem os parâmetros espaciais da área de estudo, deve-se efetuar a conversão dos arquivos vetoriais para rasters, definindo a estrutura de cada arquivo: *Ponto; Linhas e Polígonos*. Tem-se assim, todos os arquivos imagens, na forma raster, conforme tabela 3.

Tab. 3 : Arquivos rasterizados da área de estudo

Arquivos Vetoriais	Arquivos Rasteres	Sistema de Referência	Unidade de Medida
apa.vec	apa.img	UTM - 22 S	m
app.vec	app.img	UTM - 22 S	m
curvas.vec	curvas.img	UTM - 22 S	m
geot.vec	geot.img	UTM - 22 S	m
hidro.vec	hidro.img	UTM - 22 S	m
hidgeo.vec	hidgeo.img	UTM - 22 S	m
orla.vec	orla.img	UTM - 22 S	m
linhfrat.vec	linhfrat.img	UTM - 22 S	m

murb.vec	murb.img	UTM – 22 S	m
viario.vec	viario.img	UTM – 22 S	m

A Fig. 04 representa o resultado da conversão de arquivo vetorial em raster, no IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se à Área de Preservação Permanente do Município de Florianópolis.

As curvas de nível após a digitalização e edição em arquivos 2D no software MicroStation, foram exportadas para arquivos 3D, permitindo assim fornecer as referidas elevações (cotas).

Em seguida, realizou-se a exportação do arquivo curvasf com extensão (.dgn) para (.dxf), possibilitando a sua importação pelo software IDRISI V. 2.0, transformando em vetorial e em seguida em raster.

No arquivo imagem gerado (curvasf.img) efetuou-se a interpolação das curvas de nível, permitindo gerar o mapa de declividade, o qual sofreu uma reclassificação para atender as faixas de declividade de interesse da pesquisa.

Para interpolar as curvas de nível, deve-se ser informado o nome da imagem de entrada, o nome da imagem de saída, o valor de fundo e também as elevações (cotas) das extremidades superior e inferior da imagem de entrada.

O processo de interpolação levou 6 (seis) passos, com duração aproximada de 12 (doze) horas no total. Ver figura 05.



Fig. 04: Área de Preservação Permanente do Município de Florianópolis

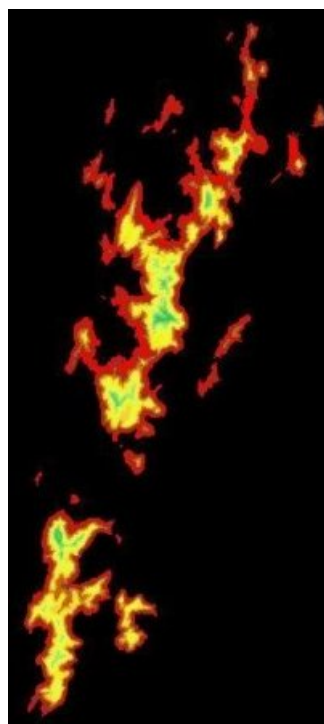


Fig. 05: Reclassificação do valores negativo do modelo digital do terreno

Em seguida, gerou-se o mapa de declividade a partir da imagem das curvas de nível interpoladas e com seus valores negativos reclassificados, conforme tabela 4.

Tab. 4 : Reclassificação do mapa de declividade por faixa

Arquivo de entrada	Arquivo de saída	Classe de declividade	Novos valores
decliv.img	rdecl.img	0 a 2 %	2
decliv.img	rdecl.img	2 a 10 %	10
decliv.img	rdecl.img	10 a 15 %	15
decliv.img	rdecl.img	15 a 30 %	30
decliv.img	rdecl.img	Acima de 30 %	50

5.3 Definição dos Diversos Critérios Técnicos para Escolha das Áreas

Os diversos critérios técnicos para a escolha de áreas para o sistema de resíduos sólidos, estão relacionados às limitações do meio físico, às exigências legais e ambientais vigentes na legislação Federal e Estadual do parcelamento e do uso do solo, do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15/09/65 e Lei nº 7.803 de 18/07/89), da Resolução do CONAMA N° 05 e do Plano Diretor do município de Florianópolis, e também da finalidade a que a área se destina.

Os critérios técnicos foram definidos tomando como base as normas técnicas específicas para seleção de área para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, considerando-se as feições espaciais relevantes a serem consideradas.

As restrições impostas pela legislação ambiental existente e pela Lei Orgânica do Município, traduzida pela Lei do Zoneamento e do Uso do Solo, permitiram através dos operadores de distância, gerar imagens, que quando reclassificadas estabeleciam faixas perimétricas, com restrições a utilização para finalidade deste trabalho.

Para aterro sanitário os critérios técnicos, legais e ambientais para seleção de áreas são:

- a) A declividade deve situar-se entre 2% e 10%, porque evita o rompimento das células durante a execução e operação do aterro sanitário;
- b) O material inconsolidado deve apresentar perfil homogêneo, que tenha uma porcentagem de finos (silte e argilas) em torno de 25%, e com as características C.T.C., pH e Permeabilidade adequadas. A permeabilidade deve ficar entre 10^{-3} cm/s e 10^{-5} cm/s, por combinar de forma mais adequada permeabilidade e CTC;
- c) Deverão ser evitadas áreas que apresentem camadas compressivas;
- d) O nível de água (N.A.) deve estar a 15 m de profundidade da base do aterro sanitário;
- e) Situar-se em distância igual ou maior que 300 m de cursos d'água, lagos, lagoas, açudes, poços, banhados, áreas alagadiças e áreas inundáveis;
- f) O substrato rochoso deve situar-se a uma profundidade não inferior a 20 metros da base do aterro sanitário;
- g) Para o afastamento das manchas urbanas pode-se optar por três alternativas: 2.000 m, 1.000 m e 500 m de distância. Neste trabalho adotou-se estas três faixas, com o intuito de verificar a que distância das manchas urbanas poderia encontrar áreas, mas o que é preconizado é um afastamento de 2.000 metros;
- h) Não incidir sobre áreas especiais de proteção (parques, estações ecológicas, entre outras);
- i) Distância igual ou maior a 200 m do eixo do sistema viário do município de Florianópolis, (rodovias estaduais – SC - 400 a 406);
- j) O tamanho das áreas são em função do volume de resíduos sólidos produzidos no município, devendo ser superior a 5 hectares.
- k) A faixa de declividade ideal para aterro sanitário encontra-se entre 2 a 10 %, necessitando portanto reclassificar o mapa de declividade, em termos da lógica booleana, considerando 0 (zero) para todas as outras faixas de declividade e 1 (um) para a faixa de 2 a 10% (tabela 5), gerando um novo arquivo imagem, denominado de **declat.img**.

Tab. 5 : Reclassificação do mapa de declividade para aterro sanitário

Arquivo de entrada	Arquivo de saída	Classe de declividade	Novos valores
rdecl.img	declat.img	0 a 2 %	0
rdecl.img	declat.img	2 a 10 %	1
rdecl.img	declat.img	10 a 15 %	0
rdecl.img	declat.img	15 a 30 %	0
rdecl.img	declat.img	Acima de 30 %	0

Esta etapa é importante porque a partir das feições de interesse, gera-se superfícies de distância, as quais por reclassificação irão permitir a aplicação dos critérios técnicos e das restrições ambientais e jurídicas, formando as faixas de distância no perímetro das informações espaciais, utilizadas neste trabalho. Ver tabela 6.

Tab. 6 : Feições espaciais nas quais foram geradas superfície de distância

Feições espaciais	Imagem de entrada	Imagem de saída
Orla marítima do município	orla .img	orladi.img
Hidrografia	hidro.img	hidist.img
Sistema viário	viario.img	vidist.img
Ocupação urbana	murb.img	mudist.img
Área de proteção ambiental	apa.img	apadist.img

5.4 Geoprocessamento das Informações (espaciais e alfanuméricas)

Nesta etapa, as informações espaciais contidas nos diversos arquivos vetoriais referentes à hidrografia, ao sistema viário, às manchas urbanas, às áreas especiais de proteção e outras, foram convertidas para o formato raster. Devido as distâncias estabelecidas pelos critérios técnicos, para gerar faixas contínuas em torno destas feições básicas, foi utilizada a rotina **Analysis, Distance Operators, DISTANCE** do IDRISI, possibilitando com isso, a execução de diversos cruzamentos para a obtenção dos resultados esperados.

A Fig. 06 representa a aplicação do operador de distância

através do IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se à superfície de distância gerada na feição orla marítima, perímetro do Município de Florianópolis.

Para aplicar as condições e restrições técnicas através das faixas de distância nas imagens que foram geradas pelos operadores de distância, torna-se necessário reclassificá-las, atendendo as distâncias restritivas especificadas para cada feição, conforme Tab. 07.

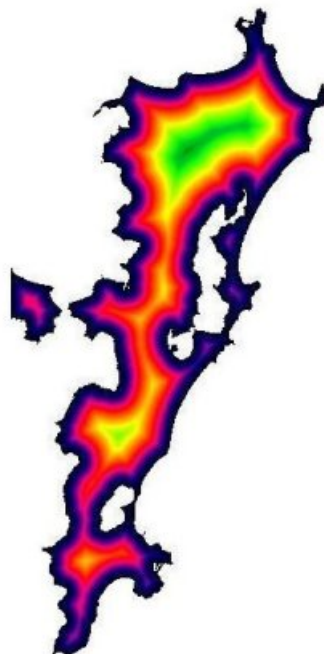


Fig. 06: Superfície de distância do perímetro do Município de Florianópolis

Tab. 7 : Faixas de distâncias das feições espaciais para aterro sanitário

Feições espaciais	Distância (m)	Imagem de entrada	Imagem reclassificada
Orla marítima do município	33,00 (terrenos de marinha)	orladi.img	termar.img
Hidrografia	> 300,00	hidist.img	hid300.img
Sistema viário	>200,00	vidist.img	via200.img
Ocupação urbana	1.500,00	mudist.img	murb15.img
Área de proteção ambiental	500,00	apadist.img	apa500.img

Para obtenção das áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos é necessário fazer o cruzamento das informações espaciais do referido projeto. São operações de *OVERLAY*, do módulo *Analysis, Mathematical Operators*, do software IDRISI V.2.0, utilizando primeiro a multiplicação para encontrar as áreas e depois a adição para compor o mapa final das áreas para o sistema de resíduos sólidos. Ver Fig. 07.

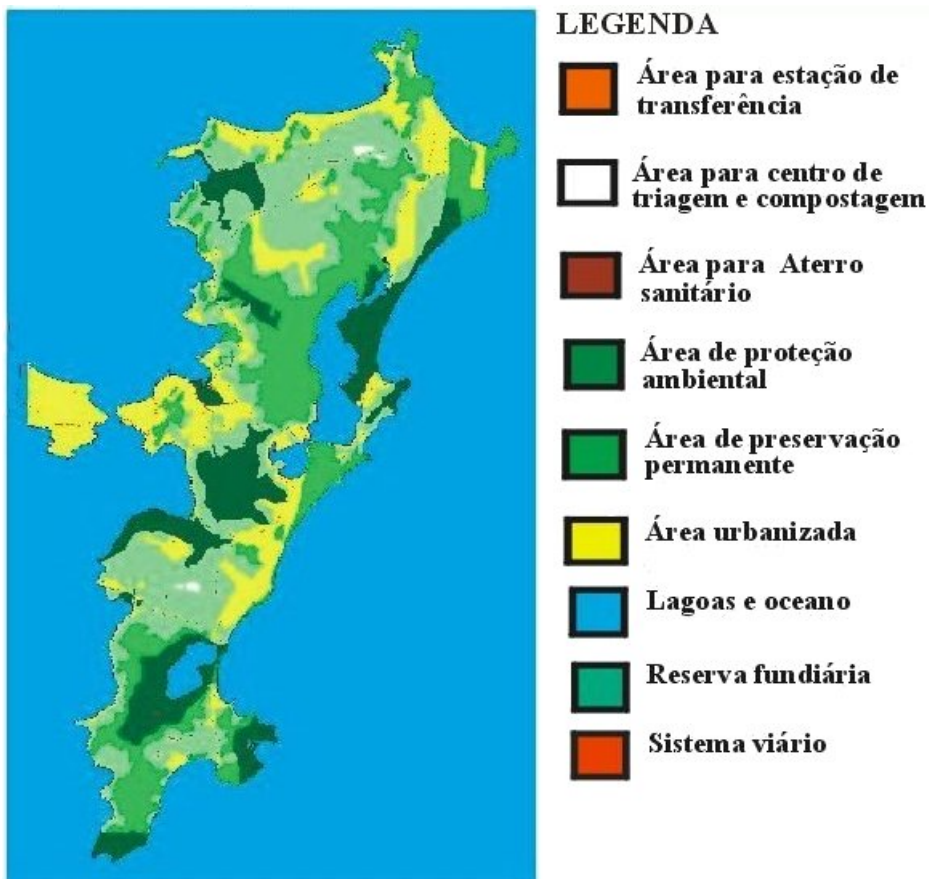


Fig. 07: Mapa de uso do solo de Florianópolis com as áreas para o sistema de resíduos sólidos

Para o cruzamento das informações espaciais para obtenção de áreas para aterro sanitário, a operação matemática envolvida foi a multiplicação, envolvendo sempre duas imagens e o produto desta operação foi uma terceira imagem, a qual foi processada com outra, assim sucessivamente, até a obtenção das áreas para aterro sanitário, conforme tabela 8.

Tab. 8 : Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para aterro sanitário

Operação Matemática Multiplicação	Produto (.img)	Observações
Declat X termar	decmar	33m (terrenos de marinha) X 2 a 10% (declividade)
Decmar X geot1(3,10)	degeot	Unidades geotécnicas com 42% de silte e argila
Degeot X via100 via200	degv1 degv2	Faixa de 100 e 200 metros do sistema viário
Degv1 X apa500 Degv2 X apa500	dgapa5 dgapa25	O entorno de 500 metros da área de proteção ambiental
Dgapa5 X murb5 murb10 murb15 dgapa25 X murb5 murb10 murb15	aturb5 aturb10 aturb15 atur52 atur102 atur152	Afastamento das áreas urbanizadas de 500 m, 1000 m, e 1500 m

Aturb5 X rapp Aturb15 X rapp Aturb102 X rapp	atapp5 atapp15 atapp10	Exclusão das APP Não há área (1500 m murb) Exclusão das APP
Atapp5 X hid50 hid300 atapp10 X hid50 hid300	aterh5 aterh3 aterh50 ateh300	Afastamento da rede de drenagem (50 e300 m). Não houve área
Aterh3 X hidgeo	aterr2	Duas áreas foram encontradas

Para o cruzamento das informações espaciais para obtenção de áreas para centros de triagem e usina de compostagem, o procedimento foi o mesmo para aterro sanitário, utilizou-se da operação matemática multiplicação sucessivamente, até a obtenção das áreas para centro de triagem e usina de compostagem, conforme tabela 9.

Tab. 9 : Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem

Operação Matemática Multiplicação	Produto	Observações
Decetri X termar1	Decetm	33m (terrenos de marinha) X 0 a 15% (declividade)
Decetm X murb5 murb10 murb15	tmurb5 tmurb10 tmurb15	Afastamento das áreas urbanizadas de 500 m, 1000 m, e 1500 m
Tmurb5 X rapp Tmurb10 X rapp Tmurb15 X rapp	ctapp5 ctapp10 ctapp15	Exclusão das áreas de preservação permanente
Ctapp5 X apa500 Ctapp10 X apa500 Ctapp15 X apa500	ctapa5 ctapa10 ctapa15	O entorno de 500 metros da área de proteção ambiental
Ctapa5 X via100 Ctapa10 X via100 Ctapa15 X via100	ctvia5 ctvia10 ctvia15	100 metros do sistema viário
Ctvia5 X hid50 Ctvia10 X hid50 Ctvia15 X hid50	ctvh5 ctvh10 ctvh15	Afastamento da rede de drenagem de 50 m.
ctvh15	ctvh15	Quatro áreas foram encontradas

5.5 Avaliação das Áreas Selecionadas

Nesta etapa, fez-se a verificação "in loco" das áreas selecionadas, com o intuito de constatar as características geotécnicas das mesmas, e se os critérios técnicos de limite de declividade e profundidade do lençol freático conferiam com o estabelecido.

As Figs. 08 e 09, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foi selecionada a área para aterro sanitário ao Norte da Ilha de Santa Catarina, próximo à Praia dos Ingleses.



Fig. 08: Fotografia terrestre do local da área selecionada para aterro sanitário no Norte da Ilha de Santa Catarina



Fig. 09: Fotografia aérea do local da área selecionada para aterro sanitário próximo a Praia dos Ingleses

As figuras 10 e 11, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foram selecionadas as áreas para centro de triagem e usina de compostagem ao Norte da Ilha de Santa Catarina, acesso à Praia dos Ingleses.



Fig. 10: Fotografia terrestre do local da área selecionada para centro de triagem e usina de compostagem ao Norte da Ilha de Santa Catarina

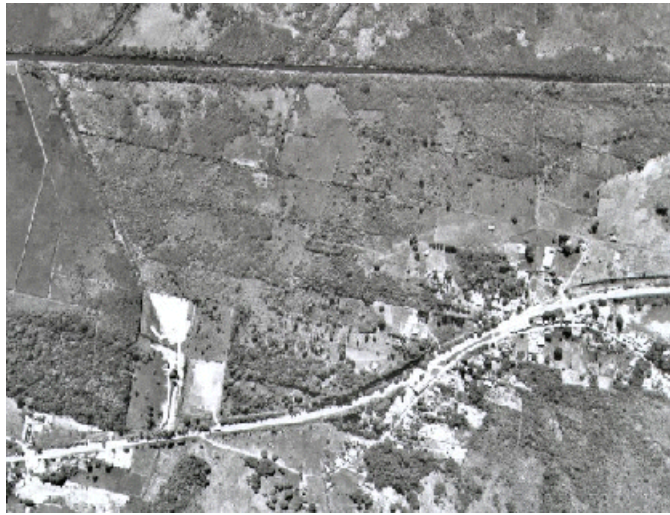


Fig. 11: Fotografia aérea do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, acesso à Praia dos Ingleses

6 Resultados

Os resultados alcançados nas várias etapas deste trabalho foram os seguintes:

Geração de vários arquivos gráficos em meio digital, com informações individualizadas, na escala 1:25.000, editado e estruturado para serem processados em software para SIG;

No final do processo, obteve-se arquivos em meio digital, contendo as áreas mapeadas para o sistema de disposição final dos resíduos sólidos;

Gerou-se também um banco de dados vinculado às áreas selecionadas, contidas no resultado final do geoprocessamento. Ver figura 12.

Áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos

LEGENDA



- Área de preservação
- Área urbanizada
- Área para aterro sanitário
- Área para centro de triagem e compostagem
- Reserva fundiária
- Sistema viário

DESTINAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS				
Destino	Medições	Descrição	Localização (UTM)	Ur
Áreas para aterros sanitários	AterrN= 7,565; AterrS= 1,70	Foram áreas selecionadas para aterros sanitários, dentro dos critérios técnicos, ambientais e sociais, mas que estão apenas a uma distância menor de 1000 metros e maior que 500 metros de áreas destinadas ao uso urbano.	As coordenadas centrais da área selecionada para aterro sanitário: AterrN [X;Y] = [755.447,6; 6.961.189,0].	
Centro de triagem e compostagem	CetrgN= 43,59; CetrgP= 10,16; CetrgS= 33,37;	São áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, dentro dos critérios técnicos adotados e que estão a mais de 1500 metros das áreas destinadas ao uso urbano.	CetrgN situa-se nas [X;Y] = [752.776,6; 6.961.139,0]; CetrgS situa-se nas [X;Y] = [744.826,8; 6934972,0].	

Fig. 12: Comunicação de bancos de dados: áreas para aterros sanitários

7 Conclusões

A metodologia adotada neste trabalho para seleção de áreas para o sistema de disposição final dos resíduos sólidos mostrou-se adequada. Ressalta-se que a atualização das informações espaciais inerente a cada feição, através dos produtos de sensoriamento remoto e a aplicação das técnicas de geoprocessamento garantiram a confiabilidade dessas informações. Com os cruzamentos das informações espaciais e alfanuméricas, através das restrições e dos critérios técnicos, ambientais e sociais estabelecidos, utilizando como meio o "software IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0", obteve os resultados esperados.

Verificou-se que o Legislativo Municipal criou um conjunto de leis, disciplinando alguma fase da limpeza pública, coleta, tratamento e disposição final de resíduos, no entanto, com uma visão fragmentada do sistema integrado de resíduos sólidos. Quando instituiu o programa de separação dos resíduos sólidos, obrigatoriamente, teriam que criar locais público para o armazenamento deste resíduos recicláveis nos diversos bairros; determinar a escolha de áreas para os centros de triagem e implantação de usina de compostagem para os resíduos de origem orgânica e também escolha de área para instalação de incineradores para os resíduos infectocontagiosos, oriundos dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, pesquisas e congêneres, e a criação de incentivos fiscais para implantação de empresas que utilizam como matéria prima os resíduos reciclados, fechando com isso, o sistema.

Em relação ao software utilizado para processar as informações espaciais, de acordo com os vários critérios estabelecidos, na seleção de áreas para o sistema de disposição final de resíduos sólidos, verificou-se ser uma ferramenta capaz de executar as operações de geoprocessamento, porém com limitação na conversão de arquivo no formato vetorial para arquivo no formato matricial. A conversão só se efetuou em arquivos menores que 16.000 (dezesseis mil) pontos.

Quanto às áreas selecionadas para aterros sanitários, são inadequadas para esta finalidade, pois não atenderam totalmente as exigências estabelecidas nos critérios técnicos, ambientais e sociais, referente ao afastamento de 1.500 (mil quinhentos) metros das áreas residenciais. O perfil de solo na área selecionada ao Norte da Ilha de Santa Catarina era pouco profundo, devido ao afloramento de rochas (matacões) de origem graníticas, necessitando no entanto efetuar-se sondagens na área, para confirmar tal constatação. A área selecionada ao Sul da Ilha de Santa Catarina, apenas de 1,7 hectares, localiza-se próximo à pista do aeroporto, aproximadamente 2.000,00 metros, área que está sendo utilizada como jazida para a pavimentação da avenida Beira Mar Sul e da camada de cobertura do aterro da Baía Sul.

Quanto as áreas selecionadas para centros de triagem e compostagem, que situam-se em regiões próximas dos centros geradores de resíduos, uma ao Norte e a outra ao Sul, na Ilha de Santa Catarina, verifica-se que são áreas estratégicas que devem ser consideradas pelo Município no planejamento futuro, na possibilidade de serem utilizadas com esta finalidade e também como áreas para implantação de empresas, com incentivos municipais, e que podem utilizar a matéria prima, resultante da etapa de triagem dos resíduos no processo produtivo de novos produtos.

Quanto a área indicada para estação de transbordo ou estação de transferência, que se localiza numa posição geográfica estratégica dentro do território do Município, esta já está sendo utilizada com esta finalidade, no entanto, o seu funcionamento está sendo ameaçado pela expansão urbana.

O órgão de planejamento e o órgão gestor do sistema de coleta dos resíduos sólidos do município, devem em suas ações futuras, juntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina, exigir o cumprimento da legislação ambiental, quanto a área de entorno do mangue do Itacorubi (Área de Proteção Ambiental), impedindo assim, a expansão imobiliária nesta área, por conseguinte, garantindo a área indicada como de utilidade pública essencial. Também, deveria forçar uma ação no sentido de expansão da área, anexando a propriedade ao lado que se encontra dentro do perímetro do entorno da área de proteção ambiental. Assim, a área além de funcionar como estação de transbordo, poderia se transformar em um centro de triagem e compostagem.

Neste estudo não foi indicada área para usina de incineração, mas se for necessário no futuro, o poder público através de projeto de Lei, indicar que determinada área seja demarcada para esta finalidade, mesmo sendo ela de preservação permanente ou de proteção ambiental, caso esta atividade for considerada de utilidade pública.

Somente com uma visão integrada do sistema, utilizando uma tecnologia apropriada para cada processo, uma rede de informação atualizada para manter a população motivada e participativa, e um mercado incentivado para absorver a matéria prima da reciclagem, o composto orgânico da compostagem e a energia gerada nas usinas de incineração, permitirá a operacionalização integrada do sistema, em atendimento a legislação vigente, com resultados favoráveis ao meio ambiente e a qualidade de vida da população.

Finalmente, verifica-se que a metodologia adotada neste trabalho, que utilizou técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, e os resultados alcançados, podem servir de subsídios para o tomador de decisão operacionalizar de forma integrada, o sistema de coleta e tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, atendendo as exigências da Política Nacional de Proteção Ambiental e também do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

8 Referências Bibliográficas

Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT: *Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.* (NBR-8419) Rio de Janeiro, 1984, 13 p.

Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT: *Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.* (NBR-8449) Rio de Janeiro, 1985, 9 p.

Arnoff, S.: *Geographic information system: a management perspective.* WDL publications. Ottawa, Canada, 1991. 249p.

Azevedo, M. A.: *Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos – Aspectos Teóricos e Operacionais.* Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1997. 44 p.

Baasch, S. S. N.: *Um Sistema de Suporte Multicritério Aplicado na Gestão dos Resíduos Sólidos nos Municípios Catarinenses.* Tese de Doutorado. EPS/UFSC. Florianópolis, 1995.

Bentley Systems Inc.: *Database Guide - Microstation V. 5 - Academic Suite.* Exton, PA, USA, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Código Florestal.** Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, IBDF. Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Fazenda. *Legislação Patrimonial; Bens Imóveis da União.* Brasília, Serviço do Patrimônio da União – SPU, 1988, 153 P.

BRASIL . Ministério da Fazenda. *Instrução Normativa nº 01-1981.* Brasília, Serviço do Patrimônio – SPU, 1981, 62 p.

Brollo, M. J. et all: *Seleção Preliminar de Áreas para Disposição de Resíduos na Região Metropolitana de Campinas, SP.* In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. LAMGET/ECV/UFSC, ABGE, Florianópolis, OUT/1998. 11 p.

Burrough, P. A.: *Principles of geographical information systems for land resources assessment.* Oxford University press. Oxford, 1992. 194p.

Burrough, P. A.: *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.* Oxford University Press, New York, 1994.

Câmara, G.: *Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas de evolução.* In: Sistemas de informações geográficas e suas aplicações na agricultura, Brasília, DF, 1993. p: 37-59..

Câmara Municipal de Florianópolis. **CÓDIGO DE POSTURAS MUNICIPAL: LEI Nº 1.224/74.** D.O.E. 02/09/74. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1974.

Câmara Municipal de Florianópolis. *LEI Nº 3.290 de 01 novembro de 1989: DISPÕE SOBRE OBRIGATORIEDADE DA EXISTÊNCIA DE LOCAL ESPECÍFICO PARA A ESTOCAGEM TEMPORÁRIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DÁ OUTRAS*

PROVIDÊNCIAS. D.O.E. 12/01/90. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1989.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 3.541 de 21 de março de 1991: DISPÕE SOBRE A SEPARAÇÃO DE LIXO NAS ESCOLAS PÚBLICAS E PARTICULARES. D.O.E. 21/03/91. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1991.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 3.549 de 04 de abril 1991: DISCIPLINA A COLETA, DESTINAÇÃO E TRATAMENTO DO LIXO HOSPITALAR E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. D.O.E. 23/04/91. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1991.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 3.824 de 25 de agosto de 1992: DISPÕE SOBRE O PROGRAMA DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. D.O.E. 03/09/92. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1992.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 3.890 de 15 de dezembro de 1992: DISPÕE SOBRE SEPARAÇÃO, COLETA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS RELATIVAS AOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE. D.O.E. 23/12/92. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1992.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 4.838 de 09 de janeiro de 1996: DISPÕE SOBRE DEPÓSITO DE LIXO PERECÍVEL EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS. D.O.E. 11/01/96. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1996.

Câmara Municipal de Florianópolis. LEI Nº 5.457 de 01 de março de 1999: AUTORIZA A CRIAÇÃO DE DEPÓSITOS DELIXOS. D.O.E. 12/03/99. Prefeitura Municipal de Florianópolis, SC, 1999.

Canassa, E.M. Planejamento de roteiros dos veículos coletores de resíduos sólidos urbanos. Dissertação de Mestrado. EPS/UFSC, Florianópolis. 1992.

EMBRAPA. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina. Realizado por Antônio Carpanezi e outros. (EMBRAPA – CNPF. Documentos, 21). EMBRAPA E CNPF, Curitiba, 1998,113 p.

Eastman, J. R.: Idrisi for Windows version 2.0. Clark University – USA. – 1997

Eastman, J. R.: Idrisi for windows - Exercícios Tutoriais. Tradução para o português por Hasenack, Heinrich. UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

GRANFPOLIS: Plano básico de desenvolvimento regional. Versão preliminar. Associação dos Municípios da Grande Florianópolis. Florianópolis, 1994.

Hermann, M. L. P.; ROSA, F. O.; Rego Neto, C. B.; Mendonça, M.; Silva, J. T. N.; Silva, A. D.; Veado, R. W.: Aspectos ambientais dos entornos da porção Sul da Lagoa da Conceição. Geosul, Florianópolis, UFSC, 1986, pag. 07 a 41.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo demográfico – Santa Catarina. IX Recenseamento geral do Brasil – 1980. Rio de Janeiro, RJ, 1980.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo demográfico – Santa Catarina. X Recenseamento geral do Brasil – 1991. Série regional. Rio de Janeiro, RJ, 1991.

Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF. Lei nº 2.193 de 29/01/85 – Dispõe sobre o zoneamento, o uso e a Ocupação do Solo nos Balneários da Ilha de Santa Catarina, Declarando-os Área Especial de Interesse Turístico, e dá outras Providências. Florianópolis, 1985.

Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF. Lei Complementar nº 001 /97 – Dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo de Florianópolis e outras providências. Florianópolis, 1997.

IPT: Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. Coordenação Niza Silva Jardim ... et al. 1ª edição São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.(IPT):CEMPRE, 1995 – (Publicação IPT 2163).

Junior, P. A. Sistema de Resíduos Sólidos: Coleta e Transporte no Meio Urbano. São Paulo: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1996,182 p.

Lima, S. C. Escolha de uma área para aterro sanitário e a sua implantação - estudos ambientais, Sociedade & Natureza, Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, 1990, ano 2, nº 3, pag. 63 a 68.

Marques, M. A. M.: Aterro Sanitário de Campinas (Delta 1ª) – Análise Comparativa entre o Mapeamento Regional e a Caracterização do EIA/RIMA. In: 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. **Anais.** São Carlos – SP,1996, p. 111 a 118.

Oliveira, W. E. : "Resíduos sólidos e poluição ambiental. Uma orientação às administrações municipais", in Administração Paulista, 1976,vol. XXVII, jan.-abril.

Orth, D. M. / CNPq: Mapas elaborados dentro do Projeto Integrado CNPq, Processo nº523287/96 – 8(NV) : Avaliação do Uso e Ocupação do Solo Urbano na Ilha de Santa Catarina. Período (03/1997 a 02/2001). Coordenação Dra. Dora Maria ORTH. LABCIG/ECV/UFSC. Florianópolis, 1999.

Pereira Neto, J. T.: Manual de Compostagem – Processo de Baixo Custo. Belo Horizonte: UNICEF - Fundo da Nações Unidas para a Infância, 1996. 56p.

Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF): Relatório/Consulta Nacional sobre a Gestão do Saneamento e do Meio Ambiente Urbano: Consulta Local – Florianópolis/SC. Florianópolis, 1994, pg. 130.

Santos, G. T.: Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia. Porto Alegre, RS. Tese Doutorado, Departamento de Engenharia de Minas, UFRGS, 1997, 208.

Santos, M. A. & Nascimento, J. A. S.: A inserção da variável ambiental no planejamento do território. Revista da Administração Pública, V.26 n. 1. P 6-12. 1992.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM: *O Parcelamento do Solo Urbano: Lei Estadual 6.063/82 e Lei Federal 6.766/79.* SDM / DURB / GEPLA. Florianópolis, 1997, 32 p.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM: *Legislação Ambiental Básica do Estado de Santa Catarina.* SDM / FATMA. Florianópolis, 1995, 39 p.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM: *Levantamento de Dados sobre Resíduos Sólidos Municipais no Estado de Santa Catarina.* SDM / DISA. Florianópolis, 1998, 90 p.

Silva, L. C. N.; VIEIRA, S. J.: *Resíduos Hospitalares: aspectos de higiene e segurança, um estudo de caso.* Monografia do Curso de Especialização em Segurança e Medicina do Trabalho. FEESC/CTC/UFSC. Florianópolis, 1991.

Soares, S. R.: *Material didático da Disciplina de Resíduos Sólidos II,* ministrada no Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, 1995.

Souza, F. C. B.: *Integrando SIG's e MCDA.* Tese de Doutorado. EPS/UFSC. Florianópolis, SC 1999, p.154.

Townshend, J. R. G.: *Environmental databases and GIS.* In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F., 14. Rhind, d. w. Geographical information systems. Principles and applications. Longman Scientific & Technical, New York, 1992. 327 p., p. 201 -205.

Vargas, C. G.: *A Disposição de Resíduos Sólidos em Área Degradada por Rejeitos da Mineração de Carvão: Análise do Aterro controlado de Forquilha – SC.* Dissertação de Mestrado do Curso de Geografia, CFH-UFSC. Florianópolis, 1998, p. 111.

Xavier da Silva, J.: *Geoprocessamento e análise ambiental.* Revista Brasileira de Geografia, 1992. vol. 54, p. 47-61.

Weber, E. J. : *Uso de sistemas de informação geográfica como subsídio ao planejamento em áreas agrícolas. Um caso no planalto do Rio Grande do Sul.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Dissertação de Mestrado. 1995. 80 p.

Zimmermann, C. C.: *Análise da ocupação predial e m terrenos de marinha utilizando técnicas de sensoriamento remoto.* Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. ECV/UFSC, Florianópolis, 1993, 114 p.

Zuquette, L. V., Gandolfi, N.: *Mapeamento Geotécnico Aplicável a Rejeitos Sépticos.* In: 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. **Anais.** Associação Brasileira de Geologia, São Paulo – SP, 4 a 8 Outubro de 1987, V. 2, p. 313 a 322.