



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA
COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL DE PROGRAMAS ESPECIAIS
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - SEAD
ESPECIALIZAÇÃO EM NOVAS TECNOLOGIAS**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLOGIA:
APLICAÇÃO DE UM SIG NA IDENTIFICAÇÃO DE
ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO - O Uso do gvSIG**

FLAVIANO DE SOUZA ALVES

Campina Grande, PB.

Outubro/2010.

FLAVIANO DE SOUZA ALVES

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLOGIA:

**APLICAÇÃO DE UM SIG NA IDENTIFICAÇÃO DE
ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO - O Uso do gvSIG**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Novas Tecnologias da Universidade Estadual da Paraíba para a obtenção do título de Especialista em Novas Tecnologias.

ORIENTADORA:

Profa. Dra. FILOMENA M^a GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

A474e Alves, Flaviano de Souza
Educação Ambiental e Tecnologia: aplicação de um SIG na identificação de áreas para aterro sanitário: o uso do GVSIG. [manuscrito] / Flaviano de Souza Alves. – 2010. 65f.

Digitado.

Monografia (Especialização em Educação Básica) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação à Distância, 2010.

“Orientação: Prof. Dra. Filomena M^a Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, Coordenadoria Institucional de Programas Especiais”.

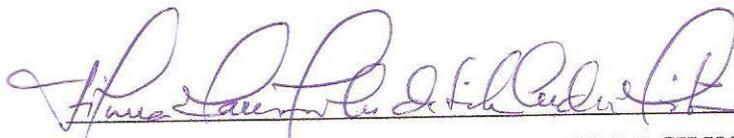
1. Educação Ambiental. 2. Aterro Sanitário. 3. Sistemas de Informação Geográficas (SIG). I. Título.

21. ed. CDD 372.357

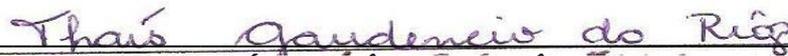
FLAVIANO DE SOUZA ALVES

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E TECNOLOGIA:
APLICAÇÃO DE UM SIG NA IDENTIFICAÇÃO DE
ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO - O Uso do gvSIG

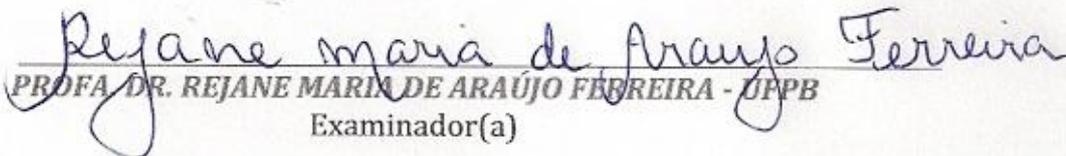
COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. FILOMENA M^a GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA
Orientadora - UEPB



PROFA. DR. THAÍS GAUDÊNCIO DO RÊGO - UFCG
Examinador(a)



PROFA. DR. REJANE MARIA DE ARAÚJO FERREIRA - UFPB
Examinador(a)

Campina Grande, PB.

Outubro/2010.

“Entrega Teu Caminho ao
Senhor, Confia Nele e Ele Tudo
Fará”

(Salmos 37 - 05)

Aos GRANDES AMORES DE MINHA VIDA
meus PAIS, **Francisco Alves e Josina Alves.**

Ao MEU GRANDE IRMÃO **Gustavo Alves** e
minha querida **Mykarla Alves:** Por serem
Incomparáveis em meu viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Todo Poderoso Jeová Jiré, Deus dá providência por estar sempre presente na minha vida, através do seu Santo Espírito tornando todos os meus sonhos possíveis;

Aos meus pais Francisco Alves do Nascimento e Josina de Souza Alves a quem tem sido meu maior estímulo e quem amo tanto, e meu amado irmão Gustavo de Souza Alves e Minha grande cunhada Mykarla Rafaelle Oliveira Alves, A tia Jorisete (Zeta) e Vovó Cecília, agradeço a todos de coração por este convívio maravilhoso durante o qual, em todos os momentos, transmitiram mensagens de incentivo, apoio e coragem para elaboração deste trabalho. Agradeço, também, pelas orações, pelos conselhos, empenho e força para realizar este trabalho e o grande amor dado a mim em todos os momentos de minha vida;

A minha orientadora, **FILOMENA M^a GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA**, que sempre me apoiou e me transmitiu segurança, incentivo e compreensão, agradeço pelas orientações, discussões enriquecedoras, paciência e a amizade construída durante a realização deste trabalho. Gostaria de destacar sua competência, multidisciplinaridade, empenho, sabedoria e, acima de tudo, exigência e agradecer principalmente todos os conselhos recebidos, não só em termos acadêmicos, mas também, pessoais e pelas oportunidades que me foram concedidas, contribuindo na minha formação acadêmica;

A Universidade Estadual da Paraíba, pelo setor da EAD na pessoa do Prof^o Dr^o Robson Pequeno pela oportunidade a mim concedida;

A todos os meus colegas em especial Rosemary, Alexssandra, Vilma, Antônio, Fábio entre outros pelos momentos vividos e desfrutados juntos e a todos os meus familiares e amigos.

A CAGEPA de Campina Grande -PB, pelas informações disponibilizadas.

A todos os professores que contribuíram para enriquecimento da minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma maneira para a elaboração deste trabalho, em especial a Anderson Medeiros (Tecnólogo em Geoprocessamento pelo IFPB e Consultor em Geotecnologias Livres) E aos meus amigos Silvio S. de Sousa Júnior (Eng. Civil – UFCG) Jordan Moura Brito (Tecnólogo em Sistemas para Internet – FATEC PB)

INDICE DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

- Figura 01** – Localização Geográfica de Campina Grande - PB
- Figura 02** – Mapa dos Bairros de Campina Grande - PB
- Figura 03** – Relevo de Campina Grande
- Figura 04** – População da Cidade com dados do IBGE - 2008
- Figura 05** – Taxa de Urbanização - 2008
- Figura 06** – Organização da base em um SIG
- Figura 07** – Tipos de Resíduos Sólidos
- Figura 08** – Resíduos Domésticos
- Figura 09** – Resíduos de Construção e Demolição
- Figura 10** – Lixão
- Figura 11** – Estrutura de um Aterro Controlado
- Figura 12** – Estrutura de um Aterro Sanitário
- Figura 13** – Desenho Esquemático de um Aterro Sanitário
- Figura 14** – Componentes de um SIG
- Figura 15** – Interface do gvSIG 1.9
- Figura 16** – Interface e Gestor de Projetos
- Figura 17** – Área de trabalho e barra de ferramentas
- Figura 18** – Propriedades do plano de Informação e Configuração de dados
- Figura 19** – Procedimentos Metodológicos
- Figura 20** – Croqui de Campina Grande (Elaborado no gvSIG)
- Figura 21** – Vista aérea da Cidade de Campina Grande- PB
- Figura 22** – Aspecto esquemático de uma informação gerada em um SIG
- Figura 23** – Mapa com disposição Espacial da área Urbana e áreas para simulações
- Figura 24** – Localizações Geográficas dos possíveis Pontos
- Figura 25** – Interface dos dados na tabela do GVSIG
- Figura 26** – Mapa dos pontos dos aterros (Simulação)
- Figura 27** – Comparação com a rede de Abastecimento de água

QUADROS

QUADRO 01 – Classificação dos Aterros por Porte

QUADRO 02 – Modelagem Espacial dos dados

TABELAS

TABELA 01 – Critérios de restrições legais para Aterros

TABELA 02 – Características Ambientais a considerar na Seleção de Áreas

TABELA 03 – Características Operacionais

SOFTWARES UTILIZADOS

- **O GVSIG versão 1.9.**
- **ADOBE PHOTOSHOP versão 8.0**
- **EXCEL 2007**
- **COREL DRAW versão 9.0**

LISTAS DE ABREVIATURAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CAD** - Computer Aided Design, ou projeto assistido por computador
- CAGEPA** – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
- DPI** - Divisão de Processamento de Imagens
- EIA** - Estudos de Impactos Ambientais
- FSF** - Free Software Foundation
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- MCDM** - Multi Criteria Decision Making
- MCE** - Multi-Criteria Evaluation
- MNT** – Modelo Numérico de Terreno
- NBR** – Normas Técnicas Brasileiras
- NCGIA** - National Centre for Geographical Information and Analysis
- NTI** - Novas tecnologias da informação
- ONG** - Organizações Não Governamentais
- PCN** - Parâmetros Curriculares Nacionais
- PNLD** – Parâmetros Nacionais da Lei de Diretrizes
- RAP** - Relatório Ambiental Preliminar
- RCD** - Resíduos da Construção e demolição
- RIMA** - Relatórios de Impactos do Meio Ambiente
- SADE** – Sistema de Apoio à Decisão Espacial
- SAGA** - Sistema de Análise GeoAmbiental
- SAGRE** - Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa
- SIG** – Sistemas de Informação Geográfica
- SITIM** - Sistema de Tratamento de Imagens
- SPRING** - Sistema de Processamento de Informações Geográficas
- TDM** - Taxa de Deposição Máxima
- TIC** - Tecnologia da Informação e Comunicação
- WCS** - Web Coverage Service
- WFS** - Web Feature Service
- WMS** - Web Map Service
- ZEE** – Zoneamento Ecológico Econômico

SUMARIO

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução | 01 |
| 1.1. Identificando o Objetivo..... | 02 |
| 1.1.1 O município de Campina Grande – PB..... | 03 |
| 1.1.2 O relevo..... | 05 |
| 1.1.3 Demografia e Expansão Urbana..... | 06 |
| 2. Geoprocessamento..... | 07 |
| 2.1 O termo de Geoprocessamento..... | 07 |
| 2.1.1 O Sistema de Informação Geográfica..... | 08 |
| 2.1.2 Utilização..... | 09 |
| 2.1.3 Funcionalidades na análises de dados em um SIG..... | 10 |
| 2.1.4 Histórico do Geoprocessamento..... | 11 |
| 2.1.5 Geoprocessamento no Brasil e sua Interligação com a Internet..... | 12 |
| 3. A Questão dos Aterros..... | 15 |
| 3.1 Aterro Sanitário..... | 19 |
| 3.1.1 Ciclo de Vida dos Aterros Sanitários..... | 22 |
| 3.1.2 Porte dos Aterros Sanitários..... | 22 |
| 3.1.3 Planejamento e Gestão Urbana..... | 25 |
| 4. Tecnologia da Informação e Comunicação..... | 25 |
| 4.1 Softwares Livres..... | 27 |
| 4.1.1 Software livre diferente de Software de Domínio Público..... | 29 |
| 4.2 O gvSIG..... | 31 |
| 4.2.1 Conhecendo o gvSIG..... | 32 |
| 5. Metodologia/ Etapas do trabalho..... | 33 |
| 5.1 Obtenção de dados..... | 35 |
| 5.2 Modelagem Conceitual..... | 36 |
| 5.2.1 Avaliação de Critérios..... | 37 |
| 5.3 Modelagem Espacial..... | 37 |
| 5.3.1 Pré processamento..... | 38 |
| 5.3.2 Desenvolvimento do modelo..... | 38 |
| 5.3.3 Implementação..... | 39 |
| 6. Resultados e discussões..... | 40 |
| 7. Considerações Finais..... | 44 |
| 8. Bibliografia..... | 48 |

RESUMO

No Brasil, em quase todas as cidades, o lixo urbano é disposto em vazadouros, a céu aberto, muitas vezes queimado, criando condições insalubres e gerando um ambiente propício para proliferação de vetores (moscas, baratas, mosquitos, roedores); poluindo os solos, cursos d'água e o ar; alterando a qualidade dos elementos que integram a biosfera (litosfera, hidrosfera e atmosfera). Essa problemática da disposição final dos resíduos sólidos urbanos vem sendo motivo de grande preocupação nos municípios do mundo inteiro. Nesse contexto, a disposição dos resíduos domiciliares em aterros sanitários vem comparecendo como uma alternativa economicamente e ambientalmente viável, ao passo que se minimizam os impactos ambientais decorrentes da poluição do ar, do solo e das águas provocadas pela má disposição dos resíduos sólidos. No entanto, além de projetos técnicos apropriados, os aterros devem ser instalados em locais que possuam condições ambientais favoráveis. É sob esta ótica que o presente trabalho tem como objetivo trabalhar o Geoprocessamento para manejo das informações geográficas em aterros de resíduos sólidos com o uso do software livre - gvSIG. Aprofundando mais sobre o que seja Geoprocessamento e sua interligação com a internet; descobrindo as potencialidades e o uso do gvSIG, deixando claro como simulação de possíveis pontos que é estimar o grau de aptidão de áreas para instalação de aterros sanitários. Para tanto, a metodologia utilizada consistiu do geoprocessamento das informações; análise das áreas selecionadas através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para realizar o tratamento, manipulação e análise dos dados, utilizando o software GVSIG 1.9 para fazer as possíveis simulações dessas áreas dando condições de analisar uma grande variedade de informações de maneira eficiente, transparente e fundamentada. As áreas de estudo para as referidas simulações foi o Município de Campina Grande – PB para identificação desses pontos de um aterro sanitário.

Como resultados obtive-se a realização do zoneamento de aptidão da área, a elaboração/utilização de mapas temáticos (geomorfológico, pedológico, população, malhas digitais de bairros e outros), integrando com parâmetros sociais, econômicos e legais. Foram utilizadas várias simulações diferentes para que pudesse ser testadas todas as ações e eficácia do Software GVSIG 1.9 mencionado para a pesquisa. Com isso represente o início de um programa de modernização e integração de um banco de dados através do gvSIG 1.9 para possíveis localizações de todos os aterros sanitários implantados em qualquer localidade. Oferecendo informações selecionadas, atualizadas e de forma rápida, através de consultas e análises espaciais. Por fim contribuindo para a tomada de decisão em empreendimentos relacionados ao meio ambiente, traduzindo em uma ferramenta para conhecimento e gestão do território para o planejamento e gestão do espaço urbano.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário. Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Análise espacial. GvSIG. Simulações.

ABSTRACT

In Brazil, almost all cities, urban waste is disposed of in dumps, open pit, often burned, creating unsanitary conditions and creating an enabling environment for the proliferation of vectors (flies, cockroaches, mosquitoes, rodents), polluting the soil, waterways and air, changing the quality of the elements that make up the biosphere (lithosphere, hydrosphere and atmosphere). This problem of disposal of municipal solid waste has been a major concern in cities worldwide. In this context, the provision of household waste in landfills is attending as an economically and environmentally viable, whereas if they minimize environmental impacts of air pollution, soil and water caused by poor disposal of solid waste. However, in addition to appropriate technical projects, landfills should be sited in locations that have favorable environmental conditions. It is in this light that the present work aims to work the GIS for management of geographic information in solid waste landfills with the use of free software - gvSIG. More deeply about what GIS is and its interconnection with the Internet, discovering the opportunities and the use of gvSIG, leaving unclear how simulation of possible points is to estimate the degree of suitability of land for installation of sanitary landfills. For this purpose, the methodology consisted of GIS information, analysis of selected areas through Geographic Information Systems (GIS) to perform the processing, handling and analysis of data, using gvSIG 1.9 software to make possible simulations of these areas giving conditions to examine a wide range of information efficiently, transparent and justified. Areas of study for these simulations was the city of Campina Grande - PB to identify such points in a landfill. As a result we obtained the creation of zoning in the area of fitness, the development / use of thematic maps (geomorphology, pedology, population, knitwear and other digital neighborhoods), integrating with social parameters, economic and legal. We used several different simulations that could be tested for all actions and effectiveness of the software mentioned gvSIG 1.9 for research. With this represents the start of a program of modernization and integration of a database through the gvSIG 1.9 for possible locations of all landfills deployed at any location. Providing selected information, and updated quickly, through consultations and spatial analysis. Finally contributing to decision making on projects related to environment, translating into a tool for knowledge and land management for planning and managing urban areas.

KEY WORDS: Landfill. Geographic Information Systems (GIS). Spatial Analysis. GvSIG. Simulations.

1 - INTRODUÇÃO

Não se pode negar que a tecnologia existe e que ela não pode estar fora do nosso dia a dia. As novas tecnologias são recursos do nosso tempo que podem ser empregados de forma inovadora na mediação e na construção. Podemos considerar esses recursos como: televisão, computador, vídeo, data show, simulação, realidade virtual entre outros. Na sociedade de hoje esses tipos de recursos são importantes e exigem do sujeito capacidade de adaptação e flexibilidade para extrair dela seus pontos positivos. Mudanças significativas ocorrem quando aprendemos com as novas tecnologias.

Todo Ser Humano sofre impacto por ter que adequar-se a esse novo paradigma de evolução tecnológica, além da produção do conhecimento. As conquistas tecnológicas da humanidade, sobretudo aquelas relacionadas a microeletrônica, no período técnico-científico-informacional, possibilitaram ganhos cognitivos aos indivíduos, aumento da produção industrial, surgimento de novas profissões, desaparecimento de outras, aceleração do fluxo de informações. Os recursos computacionais contribuíram para a concretização dos fatos citados. Desenvolve-se a partir da produção das novas tecnologias grandes descobertas positivas e utilizar isso em nosso benefício.

A base desta é a produção desse conhecimento e como utilizar o mesmo, através do procedimento de integração de tecnologias com o homem e o manuseio da internet e os softwares. O grande desafio da internet enquanto ferramenta, é saber lidar com a informação on-line. Sendo assim é importante e urgente discutir a inserção das novas tecnologias dentro da sociedade. Dentre todas as tecnologias que se materializam no espaço geográfico, o computador tem sido uma das febres da modernidade. Ele possibilita uma gama de atividades em diversos setores. Provocando mudanças que ocorrem a partir dos processos socioeconômicos- tecnológicos, que impõem uma nova dinâmica no espaço, “determinando” muitas vezes as relações homem/homem, homem/mundo, homem/natureza, transformando assim o cotidiano dos cidadãos.

Alguns sujeitos encontram-se “inseridos” na era da informação, da imagem, do satélite, da fibra ótica, do cartão magnético, da virtualidade e da internet. Alguns porque o processo de globalização causa um movimento dual: inclusão e exclusão ao mesmo tempo, para a manutenção do próprio sistema. (MILTON SANTOS,1994) contribui para as reflexões acerca do processo de exclusão, ao considerar como pobres aqueles que vivem nas cidades, mas, que não possuem condições de consumir. Dentro desse cenário digital não conseguem entrar em cena as NTI (Novas tecnologias da informação) definidas por alguns autores como um conjunto de recursos técnicos que tem um potencial de aplicação e utilização muito grande em vários setores da sociedade possibilitando novas abordagens dentro desses setores que a utilizam.

Vale dizer que, com as novas tecnologias, o lugar do saber se descentraliza e se expande, fazendo com que o conhecimento esteja em todo o lugar e ao mesmo tempo em nenhum lugar. (SILVA,2001). Temos um deslocamento sem sair do lugar como a internet, a simulação de uma determinada situação com aparelhos de realidade virtual, ou um prazer imediato ao utilizar um software. Ocorre assim uma nova contribuição para a sociedade, pensando nisso em unir e conciliar as Novas Tecnologias com a realidade e a vivência do homem, fazendo com que de maneira positiva possamos desfrutar desses novos aliados, para colaboração e também preservação e controle do Meio Ambiente, Nessa perspectiva moderna também de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento.

Os novos softwares, nos dá condição prévia para novos projetos de ocupação do espaço, como aterros sanitários de um modo geral, rodovias, indústrias e hidroelétricas. Por isso esse trabalho tem como finalidade apresentar o gvSIG um software livre no auxílio de informações geográficas em Aterros de resíduos sólidos, uma vez que o problema dos resíduos sólidos é muito grande e sua disposição final também. Pensando nisso que ao utilizar o gvSIG possamos monitorar as informações geográficas destes Aterros ou até mesmo dos lixões. Outra contribuição importante é a de ampliar os níveis de abordagem do que esse software é capaz de nos fornecermos para melhor estudo na pesquisa e o que o computador pode nos oferecer como alternativa para a realização dessas atividades. Isso irá requerer um conhecimento profundo sobre o gvSIG e sua capacidade. Para que possamos ter êxito e contribuirmos com mais um projeto de um auxílio na área ambiental.

1.1 IDENTIFICANDO O OBJETIVO

Foi elaborado o projeto de pesquisa pensado nos problemas que estão ocorrendo há muito tempo no Brasil, que é a questão do lixo e sua disposição final e a construção dos aterros sanitários; vive-se hoje num mundo extremamente globalizado tomado por uma nova revolução a técnico-científico-informacional, observa-se isso com as geotecnologias-georreferenciadas que surgem como uma ferramenta de contribuição e colaboração deste problema ambiental.

Os (PCNs, 1999) afirmam que: “A Geografia trabalha com imagens, recorre a diferentes linguagens na busca de informações e como forma de expressar suas interpretações, hipóteses e conceitos. Pede uma cartografia conceitual, apoiada em fusão de múltiplos tempos e em linguagem específica, que faça da localização e da espacialização uma referência da leitura das paisagens e seus movimentos”.(PCNs, 1999)

A Cartografia, pode auxiliar o desenvolvimento de habilidades tais como leitura, análise e interpretação do espaço, pois, “...possibilita ao aluno entender a distribuição espacial das relações entre sociedade e natureza, ao mesmo tempo em que se apropria de uma técnica imprescindível para desenvolver habilidades de representar, compreender e interpretar o espaço geográfico.” (PNLD,1999).

Segundo (SANTOS,1998) só uma sociedade informada, sobre as possibilidades do uso do conhecimento científico e tecnológico para a melhoria do seu cotidiano, pode cobrar efetivamente a sua aplicação, ampliando o exercício da cidadania. A importância do acesso ao conhecimento reside então, no fato de despertar a participação consciente e organizada da sociedade, ingrediente fundamental para o embasamento da vontade política das administrações públicas e sustentabilidade de políticas públicas voltadas aos interesses da comunidade. Com o desenvolvimento destas iniciativas reforça-se o apoio à formação de um cidadão mais consciente em termos de intervenção territorial.

Ao pensar o espaço geográfico como um conjunto de objetos e um conjunto de ações (SANTOS,1996) pode-se imaginar que uma proposta de zoneamento destas áreas de aterros onde são depositados o lixo busca a partição do espaço por meio da identificação de uma ou várias dessas ações. E será isso que teremos com o uso do gvSIG neste trabalho.

Os critérios para realizar a regionalização dependem fundamentalmente das características do produto desejado. Para cada um, deve-se identificar variáveis explicativas, cujo interrelacionamento permite caracterizar adequadamente as diferentes unidades territoriais e realizar o particionamento do espaço geográfico de forma satisfatória. Por exemplo, ao transpor estas idéias para um SIG, em termos operacionais, no caso do ZEE, deve ser gerado um único mapa cadastral composto por várias unidades territoriais básicas, onde cada uma delas possui características particulares sob o ponto de vista biofísico e socioeconômico (MEDEIROS,1999).

Em síntese, este processo parte de um banco de dados geográficos no qual estão armazenados mapas cadastrais constituídos por geo-objetos (dos quais são conhecidos os atributos descritivos e a representação espacial). Escolhem-se os atributos descritivos para serem obtidos os mapas temáticos desejados e/ou atributos quantitativos que alimentarão modelos geradores de diagnósticos ou prognósticos. Sendo assim resolvi apresentar neste trabalho esse software que poderá auxiliar neste controle e visualização das imagens e dados geográficos dos Aterros e lixões, uma vez que já trabalho com essa temática de construção de aterros e lixões no dia a dia.

O principal objetivo do projeto é trabalhar o Geoprocessamento para manejo das informações geográficas em aterros e lixões de resíduos sólidos com o uso do software livre - gvSIG. Aprofundar mais sobre o que seja Geoprocessamento e sua interligação com a internet;

descobrimo as potencialidades e o uso do gvSIG; Estudar a questão de um aterro sanitário e o seu mapeamento com o gvSIG, para uma melhor compreensão do espaço geográfico em suas dimensões físicas e a interação com o uso desse software.

1.1.1 O MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE - PB

A cidade de Campina Grande possui atrativos para quem deseja residir como a Universidade Federal de Campina Grande, detentora do Parque Tecnológico, considerado um dos melhores do mundo na elaboração de tecnologias, o pólo industrial tendo como produção o couro, têxtil, calçado e metalurgia (disponibilização de gás natural), posição estratégica é um fator de extrema importância no crescimento econômico de Campina Grande, pois a cidade se encontra próxima a capitais importantes como Recife (240 Km) e João Pessoa (120 Km). Com um clima agradável, foram criados eventos turísticos como o circuito do frio, já que em meses de junho a setembro as temperaturas no município caem consideravelmente, em se tratando de eventos a uma estrutura voltada para o turismo de eventos bem consolidada.

Com um calendário bem distribuído no ano, no período do carnaval a cidade se volta para o Encontro na Nova Consciência, um dos maiores encontros ecumênicos do mundo reunindo diversas religiões; no mês de junho acontece o São João, evento intitulado como o Maior São João do mundo, o qual une em um único mês festas com músicas, histórias e artesanato. Diante dos fatos citados acima, apurou-se em pesquisas um crescimento do comércio local da cidade, onde os comerciantes puderam obter um faturamento considerável e, assim, investir na cidade trazendo mais desenvolvimento. Dessa forma, retrata-se o amor que o campinense tem por sua terra, visto que o dinheiro no município é nela arrecadado e gira nela, promovendo o crescimento de Campina Grande.

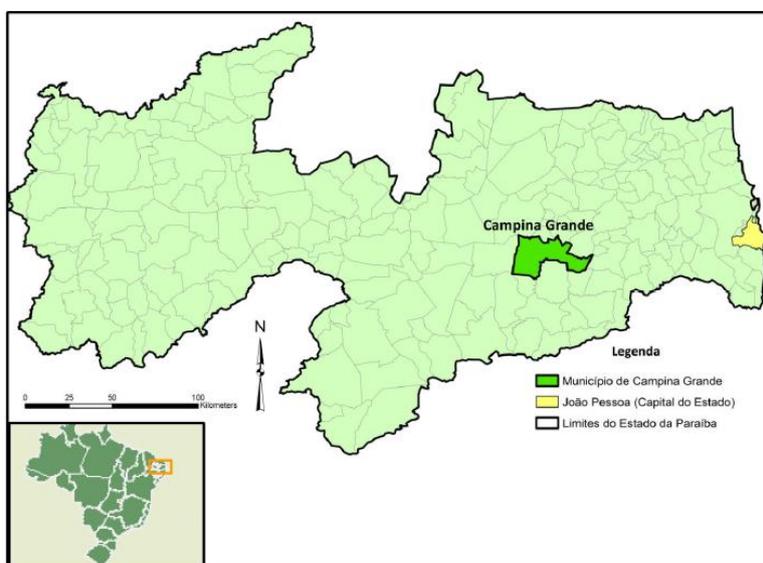


Figura 01 – Localização geográfica do município de Campina Grande -PB.



Figura 02: Mapa dos Bairros de Campina Grande – Internet (Site Google)

1.1.2 RELEVO

O município de Campina Grande está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Com relevo forte e ondulado, a topografia do Município apresenta curvas de nível variando entre 337 m e 665 m acima do nível médio de mar .

O relevo mais acidentado localiza-se a Nordeste, em direção ao município de Lagoa Seca. A Serra do Monte (alinhamento de Inselbergs), ao Sudoeste, separa o município de Campina Grande do de Boqueirão. Ao Sudeste, dois alinhamentos: as Serras de Catuama e de Bodopitá que o separam dos municípios de Fagundes e Queimadas.

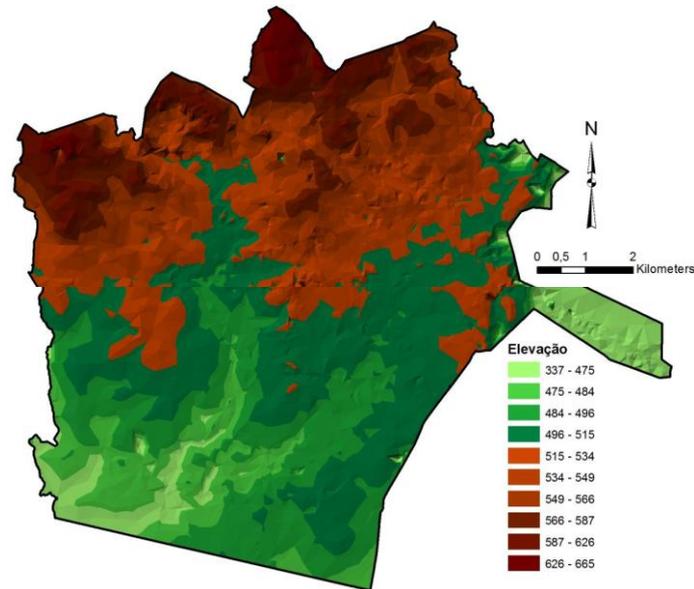


Figura 03: Representação do relevo da cidade de Campina Grande, PB através de Modelo Numérico de Terreno em TIN (elaborado a partir de dados da CAGEPA)

1.1.3 DEMOGRAFIA E EXPANSÃO URBANA

Segundo a contagem realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), a cidade apresentou uma população de 381.422 habitantes, assim como uma densidade demográfica de 614 hab/km². A população urbana compreende 95,08% do total e a rural detêm 4,92% para o mesmo ano. O aumento populacional do município ao longo das últimas décadas (Figura 04) ocasionou mudanças na organização do espaço urbano. Muitas vezes, essa mudança ocorre espontaneamente, na ausência de um adequado planejamento

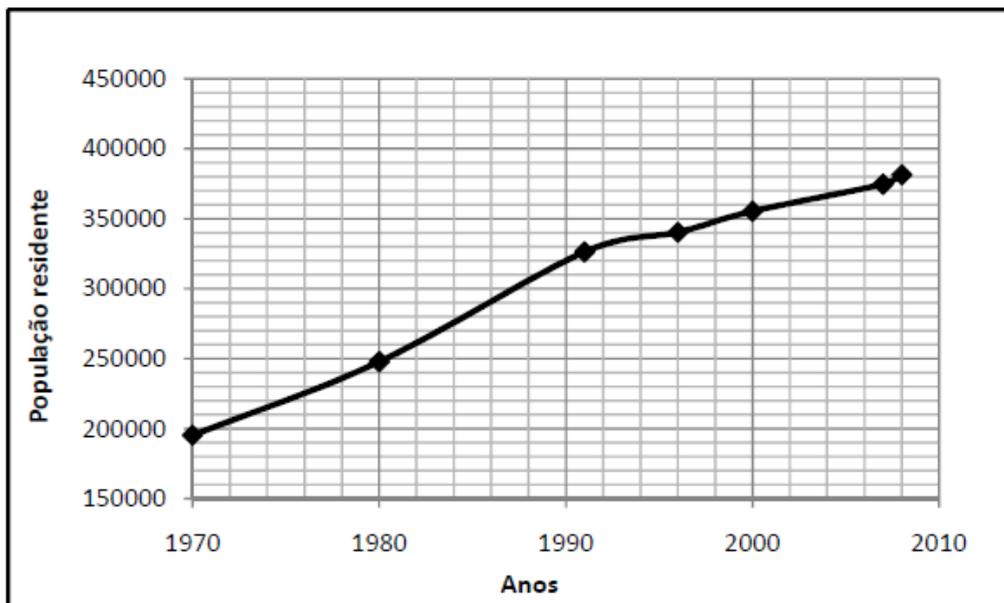


Figura 04: Crescimento da população de Campina Grande -PB elaborado segundo dados do IBGE,2008

A ocupação e uso do solo urbano em Campina Grande se deram em condições problemáticas, e como reconhecidamente grande na maioria dos municípios brasileiros, o município passa a conviver com um quadro urbano que se caracteriza pela precariedade do processo de planejamento e gerenciamento. A Figura 05 exibe em números como ocorreu o crescimento na taxa de urbanização nas últimas décadas em Campina Grande, PB.

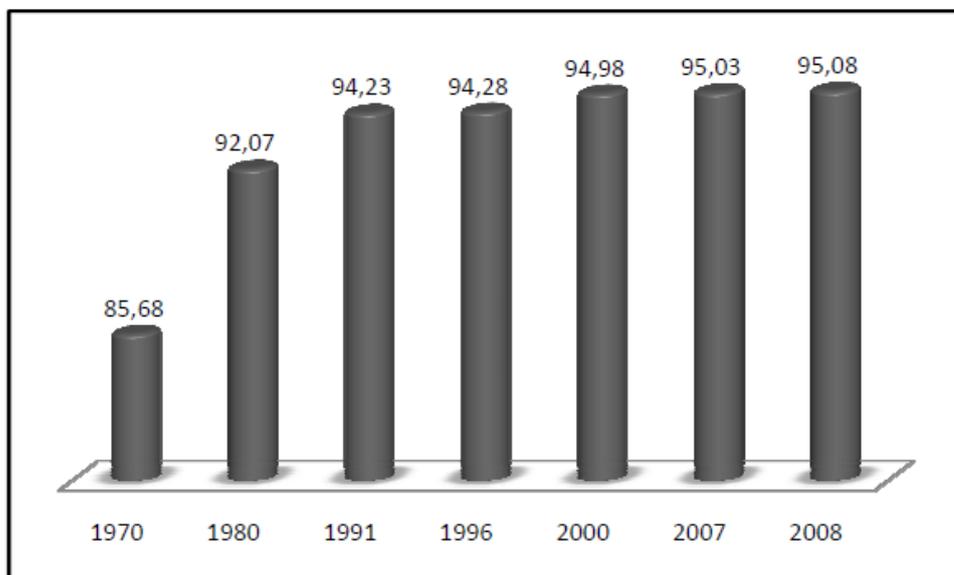


Figura 05: Taxa de Urbanização de Campina Grande, elaborado com base nos dados do IBGE, 2008.

2. GEOPROCESSAMENTO

O Geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados. A utilização de programas de computador que permitem o uso de informações cartográficas como (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas desses mapas, cartas ou plantas. Pode ser utilizado para diversas aplicações.

Outra definição seria:

É um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno do processamento eletrônico de dados que opera sobre registros de ocorrência georreferenciados, analisando suas características e relações geotopológicas para produzir informação ambiental.

2.1 O TERMO GEOPROCESSAMENTO

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem

influenciando de maneira crescente as áreas de Geografia, nas Engenharias de um modo geral, na Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica GIS - sigla em Inglês para SIG -, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. Num país de grande dimensão como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

2.1.1 O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Um **Sistema de Informação Geográfica (SIG** ou *GIS - Geographic Information System*, do acrónimo inglês) é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

Um exemplo bem conhecido de um protoSIG é o trabalho desenvolvido pelo Dr. John Snow em 1854 para situar a fonte causadora de um surto de cólera na zona do Soho em Londres, cartografando os casos detectados.

Existem vários modelos de dados aplicáveis em SIG. Por exemplo, o SIG pode funcionar como uma base de dados com informação geográfica (dados alfanuméricos) que se encontra associada por um identificador comum aos objetos gráficos de um mapa digital. Desta forma, assinalando um objeto pode-se saber o valor dos seus atributos, e inversamente, selecionando um registro da base de dados é possível saber a sua localização e apontá-la num mapa.

O Sistema de Informação Geográfica separa a informação em diferentes camadas temáticas e armazena-as independentemente, permitindo trabalhar com elas de modo rápido e simples, permitindo ao operador ou utilizador a possibilidade de relacionar a informação existente através da posição e topologia dos objetos, com o fim de gerar nova informação. Os modelos mais comuns em SIG são o modelo raster ou matricial e o modelo vetorial. O modelo de SIG matricial centra-se nas propriedades do espaço, compartimentando-o em células regulares (habitualmente quadradas, mas podendo ser retangulares, triangulares ou hexagonais). Cada célula representa um único valor. Quanto maior for a dimensão de cada célula (resolução) menor é a precisão ou detalhe na representação do espaço geográfico. No caso do modelo de SIG vetorial, o foco das representações

centra-se na precisão da localização dos elementos no espaço. Para modelar digitalmente as entidades do mundo real utilizam-se essencialmente três formas espaciais: o ponto, a linha e o polígono.

Os sistemas de informação geográfica (SIGs) também exemplificam as enormes possibilidades de coletar e processar dados sobre a geografia do planeta, geradas pela utilização da informática.

2.1.2 - UTILIZAÇÃO

Os SIG permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes, como informação de sensores espaciais (detecção remota / sensoriamento remoto), informação recolhida com GPS ou obtida com os métodos tradicionais da Topografia.

Entre as questões em que um SIG pode ter um papel importante encontram-se:

1. **Localização:** Inquirir características de um lugar concreto
2. **Condição:** Cumprimento ou não de condições impostas aos objetos.
3. **Tendência:** Comparação entre situações temporais ou espaciais distintas de alguma característica.
4. **Rotas:** Cálculo de caminhos ótimos entre dois ou mais pontos.
5. **Modelos:** Geração de modelos explicativos a partir do comportamento observado de fenômenos espaciais.
6. **Material jornalístico.** O Jornalismo online pode usar sistemas SIG para aprofundar coberturas jornalísticas onde a espacialização é importante.

Os campos de aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica, por serem muito versáteis, são muito vastos, podendo-se utilizar na maioria das atividades com uma componente espacial, da cartografia a estudos de impacto ambiental ou de prospecção de recursos ao marketing, constituindo o que poderá designar de Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão. A profunda revolução que provocaram as novas tecnologias afetou decisivamente a evolução da análise espacial, a tecnologia SIG está explorando novas áreas de aplicações e o uso de SIG tem aumentado em uma grande taxa. Hanigan (apud ALDOSARY E ZAHEER, 1996) descreveu as aplicações do SIG na área de serviços públicos. Os serviços públicos de eletricidade, gás, água, resíduos e telefone têm admitido grande aceitação da tecnologia SIG.

O uso do SIG em programas de gerenciamento de resíduos sólidos tem sido o novo foco de estudo dos pesquisadores operacionais. Devido às variações espaciais e temporais sobre os fatores sociais, econômicos e regionais, os programas de gerenciamento de resíduos sólidos têm se

reorganizado freqüentemente. O custo de coleta dos resíduos representa uma grande parte do gasto municipal no gerenciamento de resíduos sólidos, e assim, a otimização do serviço de coleta pode gerar grande economia como também pode ajudar na localização de possíveis locais para aterros.

2.1.3 FUNCIONALIDADES NA ANÁLISE DE DADOS EM SIG

SIG é um dos produtos significantes deste período de alta mudança tecnológica (TIBÚRCIO, 2006). Na opinião de (DEMERS,2003), os Sistemas de Informação Geográfica estão mudando a maneira como os mapas são tratados, como as informações geográficas são pensadas, como os dados são coletados e compilados, tornando comuns tarefas antes impossíveis com mapas tradicionais.

Cada uma destas informações, construídas na forma de camadas, possui, portanto, limitações de análise inerentes à sua própria construção, sendo o SIG uma ferramenta importante na integração, inter-relacionamento e validação destas informações (BRIGGS,1992).

Neste sentido, a aplicação de SIG alcança maiores metas através de uma ou mais das seguintes atividades com dados espaciais (BONHAM-CARTER, 1994):

➤ **Organização:** em virtude do alto volume de informações envolvidas na maioria dos estudos que envolvem informação espacial, os dados devem ser arranjados de maneira que a informação útil possa ser facilmente extraída. A localização espacial é a principal característica na organização de dados em SIG. Embora os dados possam ser também organizados segundo suas características não espaciais. A eficiência na organização dos dados afeta as demais atividades, assim sendo, é de fundamental importância.

➤ **Visualização:** a visualização revela padrão entre coleções de itens e dados organizados. Muitas informações são ininteligíveis quando apresentadas sob tabelas de números, ao passo que, quando essa mesma informação se é apresenta em forma de mapa, há uma maior facilidade na compreensão da mesma devido aos padrões da distribuição espacial que são facilmente revelados graficamente.

➤ **Relacionamento espacial:** atividade complementar à visualização de dados. Definem como as entidades se relacionam entre si e entre as demais. Compreendem os conceitos de topologia, de medida e de direção. São exemplos de relacionamentos espaciais, entre outros: encontrar características sobre um mapa para identificá-lo, selecionar características próximas a outras, encontrar características que estejam parcial ou totalmente dentro de certas áreas, trabalhar com características que foram selecionadas.

➤ **Combinação:** a compreensão e interpretação de fenômenos espaciais, muitas vezes, estão associadas a um conjunto de dados espaciais de fontes diversas. Quando combinados, esse conjunto de dados favorece o entendimento de certos fenômenos que não são aparentes ao considerar apenas

camadas de dados espaciais isoladas. O processo de combinar layers (camada de informação) utiliza operações aritméticas e lógicas, também conhecido como álgebra de mapas. Vários mapas e dados de tabelas podem ser combinados em um único passo de processamento, importante característica dos SIG.

➤ **Análise espacial:** processo de compreender o significado de dados espaciais. A análise espacial é apoiada em SIG através de visualizações, medidas, cálculos estatísticos, modelos, organização de mapas e tabelas. A análise de dados espaciais em SIG implica compreender questões envolvendo localização espacial, ou seja, a distribuição espacial de fenômenos.

➤ **Predição:** os projetos desenvolvidos em SIG apresentam como principal proposta à combinação de dados espaciais, objetivando descrever e analisar interações para fazer previsões, através de modelos empíricos que fornecem apoio à definição de classes, unidades ou sítios de interesse. Envolve o uso de mapeamento algébrico para gerar modelos utilizados em prognósticos de problemas. Esses modelos envolvem um conjunto de exercícios para explorar resultados de eventos com o propósito de examinar o desempenho dos referidos modelos (calibração).

As ferramentas de modelagem em SIG, além de recuperar e apresentar a informação, fornecem o meio para usar dados espaciais na resolução do problema. Essas funcionalidades fazem dos SIG ferramentas de uso geral para a descrição e análises da informação geográfica. Assim, estes sistemas podem ser considerados Sistemas de Apoio à Decisão Espaciais (SADE), quando utilizados para apoiar decisões que atendam as necessidades específicas de determinados problemas. Portanto a montagem do SIG seguiu as seguintes etapas: obtenção de dados, tratamento da base cartográfica, tratamento da base alfanumérica, montagem do SIG, análise dos dados e geração de cartas temáticas.

2.1.4 HISTÓRICO DO GEOPROCESSAMENTO DE UM MODO GERAL

As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas. Dada a precariedade da informática na época, e a especificidade das aplicações desenvolvidas (pesquisa em botânica, na Inglaterra, e estudos de volume de tráfego, nos Estados Unidos), estes sistemas ainda não podem ser classificados como “sistemas de informação”. Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica surgiram na década de 60, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Estes sistemas, no entanto, eram muito difíceis de usar: não existiam monitores gráficos de alta resolução, os computadores necessários eram excessivamente caros, e a mão de obra tinha que ser altamente especializada e caríssima. Não existiam soluções

comerciais prontas para uso, e cada interessado precisava desenvolver seus próprios programas, o que demandava muito tempo e, naturalmente, muito dinheiro. Além disto, a capacidade de armazenamento e a velocidade de processamento eram muito baixas. Ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Foi então que a expressão Geographic Information System foi criada. Foi também nesta época que começaram a surgir os primeiros sistemas comerciais de CAD (Computer Aided Design, ou projeto assistido por computador), que melhoraram em muito as condições para a produção de desenhos e plantas para engenharia, serviram de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada. Também nos anos 70 foram desenvolvidos alguns fundamentos matemáticos voltados para a cartografia, incluindo questões de geometria computacional. No entanto, devido aos custos e ao fato destes protosistemas ainda utilizarem exclusivamente computadores de grande porte, apenas grandes organizações tinham acesso à tecnologia.

A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje. Até então limitados pelo alto custo do hardware e pela pouca quantidade de pesquisa específica sobre o tema, os GIS se beneficiaram grandemente da massificação causada pelos avanços da microinformática e do estabelecimento de centros de estudos sobre o assunto. Nos EUA, a criação dos centros de pesquisa que formam o NCGIA - National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA, 1989) marca o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente.

2.1.5 GEOPROCESSAMENTO NO BRASIL E SUA INTERLIGAÇÃO COM A INTERNET

A introdução do geoprocessamento no Brasil inicia-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal feito pelo prof. Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80. A vinda ao Brasil, em 1982, Roger Tomlinson, responsável pela criação do primeiro SIG (o Canadian Geographical Information System), incentivou o aparecimento de vários grupos interessados em desenvolver tecnologia, entre os quais podemos citar:

UFRJ: O grupo do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFRJ, sob a orientação do professor Jorge Xavier, desenvolveu o SAGA (Sistema de Análise GeoAmbiental). O SAGA tem seu forte na capacidade de análise geográfica e vem sendo utilizado com sucesso com veículo de estudos e pesquisas.

MaxiDATA: Os então responsáveis pelo setor de informática da empresa de aerolevanteamento AeroSul criaram, em meados dos anos 80, um sistema para automatização de

processos cartográficos. Posteriormente, constituíram empresa MaxiDATA e lançaram o MaxiCAD, software largamente utilizado no Brasil, principalmente em aplicações de Mapeamento por Computador. Mais recentemente, o produto dbMapa permitiu a junção de bancos de dados relacionais a arquivos gráficos MaxiCAD, produzindo uma solução para desktop mapping para aplicações cadastrais.

CPqD/TELEBRÁS: O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS iniciou, em 1990, o desenvolvimento do SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência da Rede Externa), uma extensiva aplicação de Geoprocessamento no setor de telefonia. Construído com base num ambiente de um SIG (VISION) com um banco de dados cliente-servidor (ORACLE), o SAGRE envolve um significativo desenvolvimento e personalização de software.

INPE: Em 1984, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto (a Divisão de Processamento de Imagens - DPI). De 1984 a 1990 a DPI desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema de Informações Geográficas), para ambiente PC/DOS, e, a partir de 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Geográficas), para ambientes UNIX e MS/Windows.

O SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geográficas) unifica o tratamento de imagens de Sensoriamento Remoto (ópticas e microondas), mapas temáticos, mapas cadastrais, redes e modelos numéricos de terreno. A partir de 1997, o SPRING passou a ser distribuído via Internet e pode ser obtido através do website. É uma aplicação gratuita e indicada para quem precisa aprender os conceitos do Geoprocessamento.

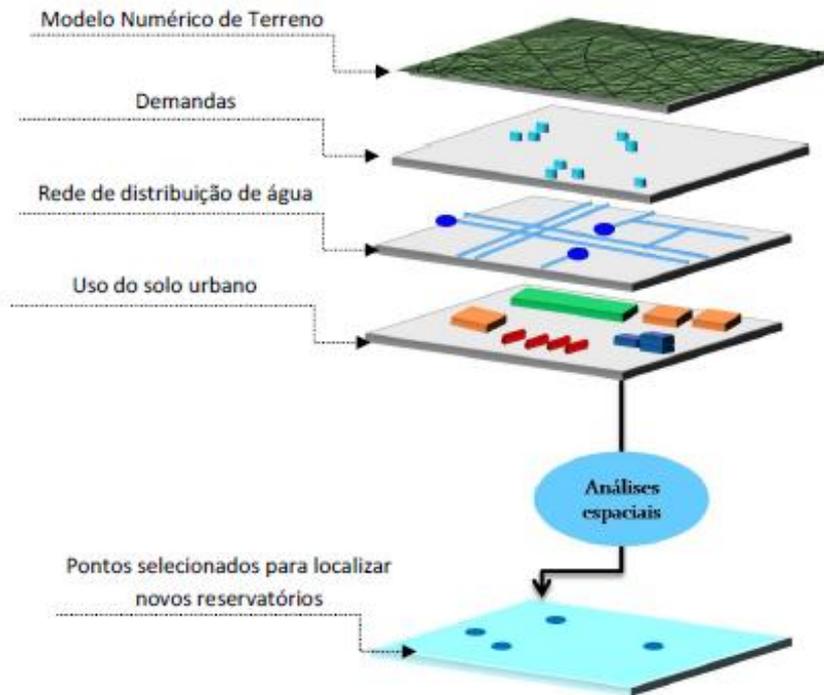


Figura 06: Exemplo da Organização da base de dados em planos de informação em um SIG para análises espaciais.

Neste contexto, um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre.

O Geoprocessamento apresenta possibilidade de atuação em diversas áreas. Qualquer setor de atividade que de alguma maneira trabalhe com informações que possam ser relacionadas a pontos específicos do território pode, em princípio, valer-se de ferramentas de Geoprocessamento. Conforme afirmam (CÂMARA & DAVIS, 2001, p. 2) “Se onde é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. Essa versatilidade do Geoprocessamento vem sendo notada cada vez mais por instituições públicas, privadas e pelas Organizações Não Governamentais (ONG) de diversos segmentos de atuação. Essa potencialidade tem contribuído para o desenvolvimento acelerado das geotecnologias e gerado inúmeros benefícios para os usuários que vem percebendo as vantagens em sua utilização.

Conjuga-se isso ao advento da internet, que funciona hoje como o principal canal para troca de dados das mais diversas naturezas, o que inclui as informações geográficas. A interatividade que a internet possibilita, permitiu uma significativa descentralização das informações, que hoje podem ser acessadas remotamente por pessoas de diversas formações e níveis sociais. Isso é ilustrado por dados de 2008, da International Telecommunications Union, que mostram 21,9% da população mundial como fazendo uso da internet, o que corresponde a mais de 1,4 bilhão de pessoas. Uma clara evidência da massificação do uso do Geoprocessamento e de suas

aplicações para internet está no sucesso de serviços oferecidos gratuitamente como o Google Earth e o Google Maps e os diversos softwares como o caso do gvSIG que proporcionam acesso à imagens de qualquer parte do planeta de forma dinâmica e atraente. Conforme disse (OLIVEIRA,2009, p. 26) “a partir do lançamento desses aparatos a internet nunca mais foi a mesma”.

3. A QUESTÃO DOS ATERROS.

A **NBR 10004 (ABNT, 2004)** define os resíduos sólidos como sendo os “resíduos nos estados sólidos e semi sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar,comercial,agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis face à melhor tecnologia disponível”. No Brasil, a NBR 10004 (ABNT, 2004) apresenta a classificação dos resíduos sólidos conforme os riscos potenciais ao meio ambiente:

Classe I – Perigosos: São classificados como resíduos classe I ou perigosos os resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade,reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente,quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. Resíduos sólidos - Projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários - Nível 2



Figura 07 – Exemplos de Tipos de Resíduos Sólidos produzidos pela Sociedade

Classe II – Não-Perigosos

Resíduos Classe II – A – Não Inertes: São classificados como Classe II ou resíduos não inertes os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I ou na

Classe II – B. Esses resíduos podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São, basicamente, os resíduos com as características do lixo doméstico.



Figuras 08: Resíduos domésticos

Resíduos Classe II – B – Inertes: São classificados como Classe II – B os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a NBR 10007 (ABNT, 2004), e submetidos ao teste de solubilização, conforme a NBR 10006 (ABNT, 2004), não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. São os resíduos que não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo, tais como resíduos de construção e demolição, solos e rochas provenientes de escavações, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos.



Figuras 09: Resíduos da Construção e demolição (RCD)

Por fim, quando tudo que podia ser feito para se tratar um determinado resíduo se esgota, o mesmo deve ser encaminhado a uma destinação final adequada. No Brasil, é possível identificarmos três formas de destinação final:

Lixão ou **Vazadouro**: forma de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Portanto, é uma forma de disposição inadequada, além de ilegal segundo a legislação brasileira;



Figura 10: Lixão

Aterro Controlado: técnica de se confinar adequadamente os resíduos sólidos urbanos sem poluir o ambiente externo; porém, sem promover a coleta e o tratamento dos efluentes líquidos e gasosos produzidos;

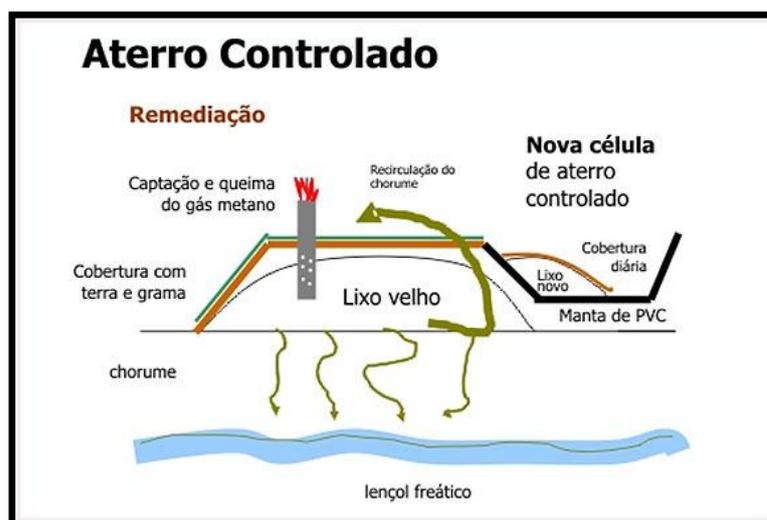


Figura 11: Estrutura de um aterro Controlado.

Aterro Sanitário: método de disposição final de resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através de seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública. Em um aterro sanitário devem ser implantadas medidas para coleta e tratamento

de efluentes líquidos e gasosos produzidos, bem como planos de monitoramento ambiental e geotécnico.



Figura 12: Estrutura de um aterro Sanitário

A natureza trabalha em ciclos — nada se perde, tudo se transforma. Animais, excrementos, folhas e todo tipo de material orgânico morto se decompõem com a ação de milhões de microrganismos degradadores, como bactérias, fungos, vermes e outros, dando origem aos nutrientes que vão alimentar novas espécies de vida. Na natureza não existe lixo. Até o início do século passado, os seres humanos viviam em harmonia com a natureza. Todo o lixo que geravam — restos de comida, excrementos de animais e outros materiais orgânicos — se reintegrava aos ciclos naturais e servia como adubo para a agricultura. Mas, com a industrialização e a concentração da população nas grandes cidades, o lixo foi se tornando um problema.

A sociedade moderna rompeu os ciclos da natureza: por um lado, extraímos mais e mais matérias-primas, por outro, fazemos crescer montanhas de lixo. E como todo esse rejeito não retorna ao ciclo natural, transformando-se em novas matérias-primas, torna-se uma perigosa fonte de doenças e de contaminação para o meio ambiente.

Recentemente começamos a perceber que, assim como não podemos deixar o lixo acumular dentro de nossas casas, é preciso conter a geração de resíduos e dar um tratamento adequado ao lixo no nosso planeta. Para isso, será preciso breicar o consumo desenfreado, que gera cada vez mais lixo, e investir em tecnologias que permitam reaproveitar e reciclar os materiais em desuso. Precisamos ainda reformular nossa concepção a respeito do lixo. Não podemos continuar pensando que o saco de lixo é o fim do problema, quando é apenas o começo do problema.

O aterro sanitário é a opção correta sob vários aspectos (ambiental, sanitário, social, entre outros) para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Contudo, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, devemos nos perguntar se seria possível reciclá-los, tratá-los, reutilizá-los ou minimizar sua geração, visando prolongar a vida útil dos aterros e torná-los empreendimentos sustentáveis ao longo dos anos. Além disso, quando as etapas de um aterro não são bem planejadas e executadas, ele pode vir a causar vários problemas ao meio ambiente, à sociedade e à saúde coletiva.

Por exemplo, quando uma área para implantação de um aterro sanitário não é bem selecionada, pode-se comprometer seriamente a presença de espécies animais e vegetais daquela região, ou encarecer os custos de operação do aterro pelo simples fato de o mesmo estar longe de jazidas, as quais forneceriam materiais para a impermeabilização e cobertura.

Por outro lado, se a execução do sistema de impermeabilização do aterro sanitário, que ocorre na etapa de implantação de um aterro, não for bem executada, poderá ocorrer a contaminação das águas subterrâneas pelos lixiviados, o que colocaria em risco, possivelmente, uma água que poderia servir para o consumo humano. Outro exemplo seria o caso de os gases gerados dentro de um aterro sanitário não serem bem monitorados. O lançamento desses gases, indiscriminadamente, na atmosfera causa enormes problemas, como o agravamento do efeito estufa. Como vimos, exemplos não faltam de impactos negativos que um aterro mal projetado, operado e monitorado pode trazer.

3.1 ATERRO SANITÁRIO

Um aterro sanitário é uma obra de engenharia e, como tal, deve ter um projeto executivo que deverá ser, obrigatoriamente, constituído das seguintes partes: Memorial descritivo; Memorial técnico; Cronograma de execução e estimativa de custos; Desenhos ou plantas; Eventuais anexos. Na figura 13 um desenho esquemático de um aterro sanitário:

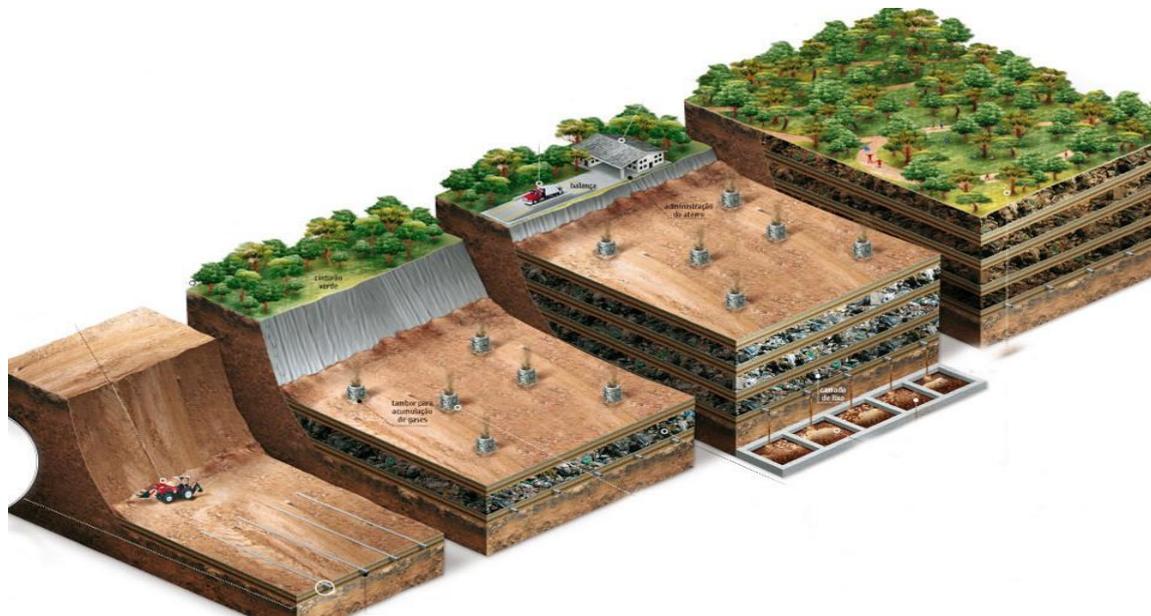


Figura 13 –Desenho esquemático de um aterro sanitário. (Revista VEJA -2009)

Seleção de área

A primeira etapa de um projeto de aterro sanitário é a escolha de uma área onde ele será implantado e operado. Assim, podemos dizer que o bom desempenho de um aterro sanitário, sob os aspectos ambientais, técnicos, econômicos, sociais e de saúde pública, está diretamente ligado a uma adequada escolha de área de implantação.

A seleção de áreas para implantação de aterros sanitários é uma das principais dificuldades enfrentadas pelos municípios, principalmente porque uma área, para ser considerada adequada, deve reunir um grande conjunto de condições técnicas, econômicas e ambientais, que demandam o conhecimento de um grande volume de dados e informações, normalmente indisponíveis para as administrações municipais.

Segundo a NBR 13896 (ABNT, 1997), a avaliação da adequabilidade de um local a ser utilizado para implantação de um aterro sanitário deve ser tal que os impactos ambientais gerados na sua implantação e operação sejam mínimos. A instalação do aterro deve ser bem aceita pela população vizinha; além disso, é necessário que ele esteja de acordo com o zoneamento local e que possa ser utilizado por longo período de tempo.

Basicamente, o que se deseja é identificar, dentre as áreas pré-selecionadas, aquela que melhor possibilite: Menor potencial para geração de impactos ambientais: localização fora de áreas de restrição ambiental; aquíferos menos permeáveis; solos mais espessos e menos sujeitos aos processos de erosão e escorregamentos; declividade apropriada; distância de habitações, cursos d'água, rede de alta tensão. Maior vida útil para o empreendimento: máxima capacidade de recebimento de resíduos. Baixos custos de instalação e operação do aterro: menores gastos com

infra-estrutura; menor distância da zona urbana geradora dos resíduos; disponibilidade de material de cobertura. Aceitabilidade social: menor oposição da comunidade vizinha.

No mundo inteiro, com algumas poucas exceções, os aterros sanitários representam a principal destinação final dos resíduos sólidos, apesar do imenso esforço em se reduzir, reutilizar e reciclar esse material. Em vários países, o aterro sanitário tem sido a mais importante meta a alcançar, com vistas a um tratamento adequado dos resíduos. No Brasil, já existe um número significativo de aterros sanitários, principalmente, nas Regiões Sudeste e Sul. A grande dificuldade reside nos custos de operação de um aterro sanitário, que pressupõe tratamento adequado de líquidos e gases efluentes, além de todos demais cuidados previstos nas normas técnicas. Vale ressaltar que os textos normativos sobre resíduos sólidos foram elaborados, em sua maioria, há duas décadas e, praticamente, não incorporaram os conceitos recentes de geotecnia ambiental ou mesmo de biotecnologia (JUCÁ, 2003).

Além dos aterros sanitários, são consideradas formas de disposição final os aterros controlados, os incineradores, as usinas de compostagem e os lixões. A disposição final dos resíduos sólidos em “lixões”, segundo o IPT/CEMPRE (2000) é uma forma inadequada de disposição, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto ou vazadouro. Os resíduos sólidos, assim lançados, acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais, pela infiltração do chorume (líquido de cor preta e mal cheiroso e de elevado potencial poluidor), produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo (ABNT, 2004). Diferentemente dos lixões, o aterro sanitário, segundo a ABNT (2004), é uma técnica de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos na 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.

Os critérios de engenharia mencionados materializam-se no projeto do sistema de drenagem periférica e superficial para afastamento da água da chuva, de drenagem de fundo para coleta de percolado, de sistema de tratamento para o percolado drenado, de drenagem e queima dos gases gerados durante o processo de bioestabilização da matéria orgânica (BIDONE e POVINELLI, 1999).

3.1.1 CICLO DE VIDA DOS ATERROS SANITÁRIOS

Com relação aos aspectos ambientais dos aterros sanitários, é importante avaliar as diferentes fases do seu ciclo de vida, que segundo (CHRISTENSEN, COSSU E STEGMANN,1989) são as seguintes:

1. Fase de planejamento, tipicamente envolvendo os estudos e as investigações preliminares necessárias para o desenvolvimento do projeto.

2. Fase de construção, envolvendo os trabalhos relacionados à movimentação de solo, construção de acessos e instalações e a preparação de drenos e impermeabilizações da área a ser preenchida com resíduos.

1. Fase de operação, que corresponde ao período de tempo compreendido entre o aterramento da primeira carga de resíduos e o aterramento da última carga anos mais tarde. Esta fase é caracterizada pela maior intensidade de tráfego, pelos trabalhos nas frentes de aterramento e operação das instalações de controle ambiental.

2. Fase de conclusão, que corresponde ao período de tempo entre o esgotamento da capacidade volumétrica do local até o dia em que as instalações de controle ambiental não forem mais necessárias em virtude do decaimento do nível das emissões do aterro.

3. Fase final, que corresponde ao estágio em que as emissões decaíram a níveis aceitáveis (na mesma ordem de magnitude dos fluxos encontrados no entorno do aterro). A composição da área aterrada pode ainda diferenciar da composição do ambiente vizinho, entretanto, a área não causa impactos sobre o mesmo. Neste estágio, a exemplo de outros locais, a área pode não ser adequada a todos os tipos de uso, contudo, já pode ser utilizada para diversos fins.

3.1.2 PORTE DOS ATERROS SANITÁRIOS

Em um aterro sanitário, as características técnicas envolvidas variam de acordo com o seu porte. Quanto maior o aterro sanitário, maiores devem ser os cuidados envolvidos com a obra. O porte de um aterro sanitário tem relação direta com os materiais empregados, e principalmente, com o método de concepção adotado. (GARIGLIO,2003), citando (BLIGHT,1994), apresenta uma classificação baseada na Taxa de Deposição Máxima (TDM) mensurada em toneladas de resíduos dispostos por ano. Esta subdivisão considerou as faixas populacionais e de produção de resíduos descritas no Quadro 2.

Os aterros sanitários são divididos em dois tipos: Convencional e Simplificado. O aterro sanitário Convencional é um aterro de médio a grande porte demanda soluções tecnológicas e gerenciais sofisticadas e que beneficia uma população maior. O aterro sanitário Simplificado é um aterro de menor porte desenvolvido para pequenos municípios de baixo custo de implantação e operação e que consegue beneficiar até cerca de 20 mil habitantes.

| Porte do Aterro | TDM (ton. ano) | | Produção diária (ton.) | | Faixa Populacional | |
|----------------------|----------------|---------|------------------------|----------|--------------------|-----------|
| | Máximo | Mínimo | Mínimo | Máximo | Habitantes | |
| Distrital | 346 | 1.318 | 0,9 | 3,6 | 1.500 | 5.000 |
| Pequeno | 1.318 | 8.900 | 3,6 | 24,4 | 5.001 | 30.000 |
| Médio | 8.900 | 72.515 | 24,4 | 198,7 | 30.001 | 200.000 |
| Grande | 72.515 | 487.831 | 198,7 | 1.336,50 | 200.001 | 1.000.000 |
| Metropolitano | 487.831 | 639.454 | 1.336,50 | Acima | 1.000.001 | Acima |

TDM - Taxa Máxima de Deposição (projetada para 20 anos de vida útil)

Quadro 1 - Classificação dos aterros por porte Fonte: (GARIGLIO,2006)

GOMES ET al. (2001) salientam que na escolham de áreas para os aterros sanitários devem ser definidos critérios ambientais, seguidos de critérios de restrições legais e características operacionais, tais como apresentados nas tabelas abaixo:

| Critério | Definição/Justificativas/Observações | Faixa de avaliação |
|--------------------------------------|---|---|
| <u>Distância de vias</u> | Em relação à distância de vias adotou-se o valor de 100 metros do eixo de rodovias federais e estaduais, seguindo os trabalhos de METROPLAN (1998), VIEIRA & LAPOLLI (1999) e GOMES et al., 2001. | ≤ 100 metros |
| | | 100 - 500 metros |
| | | 500 - 1000metros |
| | | > 1000 metros |
| <u>Legislação</u> | Crítérios referentes a legislação federal, estadual e do município em estudo deverão ser analisados, já que existe a possibilidade de que existam leis inclusive mais rigorosas (ou restritivas) que as de âmbito federal. As especificidades de cada município implicarão em posicionamentos diferenciados no que diz respeito às questões ambientais. | Pontuação caso a caso: considerar a gravidade do impacto causado ao meio ambiente |
| <u>Distância aos centros urbanos</u> | São dois os fatores que interferem nesta característica: quanto mais longe da zona urbana mais caro será o serviço de transporte. Tem-se adotado a distância máxima de 15 km. A falta de interesse da população em ter suas residências próximas a um aterro sanitário. | 100 - 250 m |
| | | 250 - 500 m |
| | | 500 - 1000 m |
| | | 1000 – 2000 m |
| | | > 2000 m; < 15000 m |

Fonte: Modificado de GOMES et al., 2001.

Tabela 01: Critérios de restrições legais

Tabela 02: Características ambientais a considerar na seleção de áreas.

| Critério | Definição/Justificativas/Observações | Faixa de avaliação |
|---------------------------------------|--|-------------------------|
| <u>Distância de recursos hídricos</u> | Atende a Portaria nº 124 de 20/08/80 do Ministério do Interior a qual estabelece que "quaisquer indústrias potencialmente poluidoras, bem como as construções ou estruturas que armazenam substâncias capazes de causar poluição hídrica, devem ficar a uma distância mínima de 200 m de coleções hídricas ou cursos d'água" | ≤ 200 metros |
| | | 200 - 500 metros |
| | | 500 - 1000 metros |
| | | > 1000 metros |
| <u>Áreas inundáveis</u> | Estas áreas são impróprias à disposição de resíduos sólidos em virtude da possibilidade de contaminação dos recursos hídricos pelos líquidos gerados nos sistemas de aterramento. | ≤ cota de cheia |
| | | 20% a mais |
| | | 50% a mais |
| | | > 50% a mais |
| <u>Geologia – Potencial Hídrico</u> | A característica de potencialidade hídrica de uma unidade geológica é inversamente proporcional a potencialidade da área em receber lixo para disposição final. A existência de fraturas ou falhas no local são fatores de crucial importância. Sugere-se a pontuação 0 (zero) para estas áreas, devido ao grande potencial de impacto nas águas locais. | Alto potencial hídrico |
| | | Médio potencial hídrico |
| | | Baixo potencial hídrico |
| <u>Fauna e flora local</u> | Neste item serão avaliadas as áreas sob o enfoque do meio biológico, destacando a existência de espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e ainda as áreas de preservação permanente. | Presença |
| | | Ausência |

| | | |
|---|---|--|
| <u>Condutividade hidráulica do solo</u> | A condutividade hidráulica é o critério que verifica a potencialidade de infiltração de líquidos no solo. No caso de um acidente em um aterro sanitário, um local com maior condutividade hidráulica permitirá mais facilmente a passagem do lixiviado pelo solo, potencializando o risco de poluição das águas. | Infiltração alta : $\geq 10^{-3}$ cm/s |
| | | Infiltração média : 10^{-3} - 10^{-4} cm/s |
| | | Infiltração baixa : 10^{-4} - 10^{-5} cm/s |
| | | Infiltração muito baixa : $< 10^{-5}$ cm/s |
| <u>Profundidade do lençol freático</u> | Embora este dado seja fundamental para a avaliação pretendida, infelizmente poucos são os levantamentos de cotas do lençol freático e dificilmente os municípios dispõem desses valores. A obtenção desses dados dá-se com a execução de sondagens. Outra forma de obter-se este dado seria com a Companhia de Abastecimento de Água no município | < 1 m |
| | | 1 - 2 m |
| | | 2 - 4 m |
| | | > 4 m |

Fonte: Modificado de GOMES et al., 2001.

Tabela 03: Características Operacionais

| Critério | Definição/Justificativas/Observações | Faixa de avaliação |
|----------------------------------|--|--------------------|
| <u>Clinografia (Declividade)</u> | Verifica-se em termos de preservação do solo, pois além de ser um fator restritivo, limita o transporte do material até o local. Considerou-se a classe Plana a mais adequada ao uso pretendido, em função das facilidades de implantação dos aterros sustentáveis de resíduos. | Alta: >30% |
| | | Média: 20-30% |
| | | Baixa: 10-20% |
| | | Muito baixa: 3-10% |
| | | Plana: <3% |
| <u>Espessura do solo</u> | Justifica-se pela operação em relação à disponibilidade no local de material de empréstimo para as camadas de cobertura das trincheiras. O custo de transporte é atualmente um fator preponderante. A camada normalmente é retirada nas etapas iniciais de movimentação de terra e obras de infra-estrutura. | < 0,5 m |
| | | 0,5 - 1 m |
| | | 1 - 2 m |
| | | > 2 m |

| | | |
|--|---|---|
| <u>Reaproveitamento da área do lixo</u> | Na medida em que esta é a situação da maioria dos municípios de pequeno porte no país, incluiu-se este critério para reforçar a importância da recuperação da área degradada. Áreas empregadas anteriormente para outros usos, como por exemplo, pedreiras, podem também ser consideradas neste item, já que necessitam de recuperação ambiental. | Município sem lixo |
| | | Município com lixo (pontuação ≥ 49) |
| | | Município com lixo (pontuação < 49) |
| Fonte: Modificado de GOMES et al., 2001. | | |

3.1.3 PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA

O estudo do fenômeno urbano é fundamental para a otimização no planejamento gestão das cidades. Planejar, segundo (SOUZA,2005) significa tentar prever a evolução de um fenômeno, tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios.

A análise espacial é utilizada pelo planejamento urbano como suporte para estudos de processos e fenômenos inerentes à dinâmica e ao desenvolvimento das cidades. Nesse contexto, o dado geográfico é elemento essencial a ser organizado e trabalhado. O Geoprocessamento, considerado como conjunto de tecnologias, métodos e processos que tratam o dado digital geográfico vem se consolidando como instrumento para as atividades de planejamento, principalmente no que se refere à visualização de informações geográficas, análises espaciais e simulação de fenômenos.

4. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC).

Parte da premissa de que os formuladores de políticas precisam responder urgentemente ao uso das TIC na sociedade do século XXI. É importante reconhecer, de saída, que esta é uma necessidade social, econômica, cultural e política, assim como tecnológica. Estamos vivendo num “mundo fugaz”, em mudança rápida, no qual as fundações sociais, econômicas, culturais e políticas da sociedade estão sendo redefinidas numa base contínua (GIDDENS,2000). A tão propalada globalização da sociedade manifesta-se, hoje em dia, de vários modos, tais como uma aparente aceleração do tempo, um encolhimento de espaço e uma reconfiguração das relações sociais, segundo linhas internacionais. Embora as estruturas tradicionais, como o Estado-nação, conservam uma importância significativa na governança da sociedade, sua influência está cada vez mais posta em xeque por outras entidades como as sociedades transnacionais.

A maioria dos analistas concorda que essa reformulação das relações sociais nasceu não apenas das mudanças econômicas, culturais e políticas, como também do mundo em mudança tecnológica no qual estamos vivendo. Isso talvez seja mais claramente reconhecível no surgimento da sociedade da informação e da concomitante economia do conhecimento, nas quais a produção, a

gestão e o consumo de informações e conhecimentos são vistos, hoje em dia, como estando no cerne da produtividade econômica e do desenvolvimento social.

Obviamente, um dos principais aceleradores dessas novas formas de sociedade e de economia foi o desenvolvimento rápido de novas telecomunicações e de tecnologias de computação, nessas três últimas décadas. Os fluxos globais de dados, serviços e pessoas, que caracterizam a economia mundial do conhecimento, são sustentados pelas tecnologias da informação e da comunicação (TIC). Do comércio eletrônico (*ecommerce*) ao aprendizado eletrônico (*e-learning*), as TIC, como a internet e outros sistemas de telecomunicações mundiais, são os principais canais através dos quais a sociedade contemporânea é encenada. Muitos especialistas afirmam que "os avanços das TIC's poderão revolucionar todos os ramos da ciência do século XXI, da mesma forma que a inovação de Gutemberg revolucionou a educação a partir do século XV" (HOLMBERG apud BELLONI, 1999, p. 55). Entretanto, essas tecnologias não substituirão de imediato as atuais, mas provocarão mudanças profundas, Segundo (MORAES, 1997, p. 190), precisamos colocar o conhecimento a disposição do maior número possível de pessoas, possibilitando a criação de potencialidades comunicacionais; criando também uma atmosfera de investigação, colaboração e reflexão crítica, permitindo uma aprendizagem contínua, permanente e autônoma.

Por aprendizagem autônoma entende-se um processo de ensino e aprendizagem centrado no aprendente, cujas experiências são aproveitadas como recurso, e no qual o professor deve assumir-se como recurso do aprendente, considerando como um ser autônomo, gestor de seu processo de aprendizagem, capaz de autodirigir e auto-regular este processo. Este modelo de aprendizagem é apropriado a adultos com maturidade e motivação necessária à auto-aprendizagem e possuindo um mínimo de habilidades de estudo (BELLONI, 1999, p. 39-40).

O ato de aprender não é uma mera acumulação de conhecimentos, mas uma interação de saberes vividos em sala de aula, onde professores e alunos articulam-se pela busca do conhecimento e pelo exercício da democracia. Este exercício democrático, também de interação intelectual-social, modifica nosso modo de pensar alterando nossa base cognitiva e emocional. Educar para a sociedade do conhecimento é compreender que devemos investir na criação de competências considerando os estilos individuais de aprendizagem e os novos espaços de construção do conhecimento.

A busca por um equilíbrio faz com que pensemos sobre as ações pedagógicas mais democráticas que considerem os estilos de aprendizagem dos alunos, que redimensionem papéis do professor e do aluno, que revise as premissas filosóficas e epistemológicas, que orientam as ações educativas e que inclua as TIC's como ferramenta mediadora da aprendizagem. A utilização das TIC's com ênfase na aprendizagem volta-se para o desenvolvimento das

habilidades, expectativas, interesses, potencialidades e condição de aprender; todas essências ao processo educativo autônomo. Os alunos são estimulados a se expressarem pelas suas próprias idéias, a desenvolver a autonomia e a capacidade de se sociabilizar e construir conhecimento, o que exige um novo papel do professor. A utilização das TIC's focada na aprendizagem, exige funções novas e diferenciadas. O desenvolvimento de uma competência de um trabalho em autonomia (fundamental ao longo da vida), já que os alunos podem dispor, desde muito novos, de uma enorme variedade de ferramentas de investigação. "Se é verdade que nenhuma tecnologia poderá jamais transformar a realidade do sistema educativo, as tecnologias de informação e comunicação trazem dentro de si uma nova possibilidade: a de poder confiar realmente a todos os alunos a responsabilidade das suas aprendizagens (CARRIER, 1998)". Uma prática de análise e de reflexão, confrontação, verificação, organização, selecção e estruturação, já que as informações não estão apenas numa fonte. As inúmeras informações disponíveis não significarão nada se o utilizador não for capaz de as verificar e de as confrontar para depois as seleccionar. A recolha de informações sem limite pode muito bem provocar apenas uma simples acumulação de saberes.

A perspectiva das TIC's é para que as múltiplas linguagens, em suas múltiplas vozes, amplifiquem os espaços educativos, constituindo um universo em constante processo de interação e transformação social. A ação comunicativa dessa nova pedagogia, dialética e interativa, favorecida e potencializada pelas redes telemáticas, orienta-se numa perspectiva de desenvolvimento da capacidade crítico-reflexiva do homem, numa interação social que atenda as necessidades emergentes da nossa sociedade e que de certa forma proponha ações mais justas e democráticas. Desta forma, preocupam-se os educadores e todos os profissionais de todas as áreas, as TIC's na educação e na sociedade devem ser orientadas de forma cuidadosa a fim de reforçar a humanização do homem e uma descoberta de como trabalhar com as novas tecnologias.

4.1 OS SOFTWARES LIVRES

As conquistas tecnológicas da humanidade sobretudo aquelas relacionadas a microeletônica, no período técnico-científico-informacional, possibilitou ganhos cognitivos aos indivíduos, aumento da produção industrial, surgimento de novas profissões, desaparecimento de outras, aceleração do fluxo de informações, etc. Os recursos computacionais contribuíram para a concretização dos fatos citados. Dentre esses recursos destaca-se os softwares, ferramentas computacionais, utilizados na educação ou muitas das vezes não. Os softwares muitas vezes possuem uma fundamentação pedagógica, finalidade didática, relação com o currículo, visando favorecer o processo de ensino-aprendizagem. Outros tipos de software são utilizados em setores administrativos como os bancos de dados e as planilhas eletrônicas.

Alguns softwares são específicos, pois possuem finalidade estritamente educacional, associado a um paradigma pedagógico. Outros são genéricos, podendo ser usados em vários setores, como no trabalho administrativo ou mesmo produção de softwares, funcionando como ferramentas de trabalho, o SIG obedece a uma arquitetura e divisões, não se tratando apenas de um *software* como é muitas vezes confundido. Os componentes de um SIG (Figura 14).

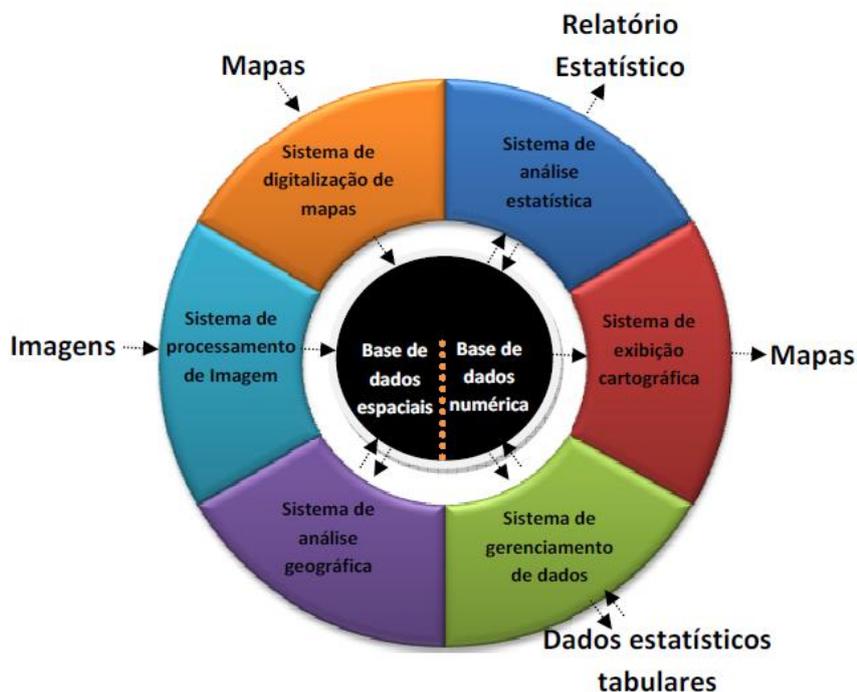


Figura 14 - Componentes de um SIG adaptado de (EASTMAN, 2003)

Sendo assim, defini-se SIG como um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos. (ROCHA, 2000, p. 48)

Os sistemas inteligentes são softwares ligados a inteligência artificial e psicologia cognitiva. Os tutoriais são softwares que apresentam um conteúdo específico ao aluno por meio de comandos e ícones acessados por ele. Os softwares de simulação reproduzem modelos de fenômenos. Os softwares de Exercícios e Práticas são bastante antigos, tradicionais, fáceis de serem desenvolvidos e utilizados. Os softwares de Jogos educativos associam prazer, divertimento e aprendizagem. Os softwares relacionados a Linguagens de Programação são recursos computacionais que auxiliam os indivíduos na construção programas ou tarefas explorando determinados comandos dessa linguagem. Os Processadores de textos são softwares que permitem a editoração de textos, viabilizam imagens, sons, links hipertextuais e produção de pequenos tutoriais como aqueles de exercício e prática. Os softwares com recursos de planilhas eletrônicas, organizam

dados, realizam cálculos, estatísticas, produzem gráficos e tabelas a partir de uma base de dados. Os softwares Editores gráficos são aqueles que auxiliam o usuário no tratamento de imagens diversas, através de menus e ícones. Os softwares chamados programas de comunicação tem ganhado cada vez mais difusão tanto no setor educacional quanto administrativo. No processo educacional percebe-se a tendência de conjugação desses diversos tipos de softwares. Ocorre a busca por sistemas híbridos, onde o indivíduo navega por todos os softwares tentando captar o que há de melhor em cada um para construir seus projetos e dar respostas para as questões problemáticas.

Software Livre, ou Free Software, conforme a definição de software livre criada pela Free Software Foundation, é o software que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído sem restrição. A forma usual de um software ser distribuído livremente é sendo acompanhado por uma licença de software livre (como a GPL ou a BSD), e com a disponibilização do seu código-fonte.

4.1.1 SOFTWARE LIVRE É DIFERENTE DE SOFTWARE EM DOMÍNIO PÚBLICO.

O SL, quando utilizado em combinação com licenças típicas (como as licenças GPL e BSD), garante os direitos autorais do programador/organização. Já o SDP caso acontece quando o autor do software renuncia à propriedade do programa (e todos os direitos associados) e este se torna bem comum.

O Software Livre como movimento organizado teve início em 1983, quando Richard Stallman deu início ao Projeto GNU e, posteriormente, à Free Software Foundation. Software Livre se refere à existência simultânea de quatro tipos de liberdade para os usuários do software, definidas pela Free Software Foundation. Veja abaixo uma explicação sobre as 4 liberdades, baseada no texto em português da Definição de Software Livre publicada pela FSF:

As 4 liberdades básicas associadas ao software livre são:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito (liberdade nº 0)
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades (liberdade nº 1). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.
- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (liberdade nº 2).
- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie (liberdade nº 3). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

Um programa é software livre se os usuários tem todas essas liberdades. Portanto, você deve ser livre para redistribuir cópias, seja com ou sem modificações, seja de graça ou cobrando uma taxa pela distribuição, para qualquer um em qualquer lugar. Ser livre para fazer essas coisas significa (entre outras coisas) que você não tem que pedir ou pagar pela permissão, uma vez que esteja de posse do programa. Você deve também ter a liberdade de fazer modificações e usá-las privativamente no seu trabalho ou lazer, sem nem mesmo mencionar que elas existem. Se você publicar as modificações, você não deve ser obrigado a avisar a ninguém em particular, ou de nenhum modo em especial.

A liberdade de utilizar um programa significa a liberdade para qualquer tipo de pessoa física ou jurídica utilizar o software em qualquer tipo de sistema computacional, para qualquer tipo de trabalho ou atividade, sem que seja necessário comunicar ao desenvolvedor ou a qualquer outra entidade em especial. A liberdade de redistribuir cópias deve incluir formas binárias ou executáveis do programa, assim como o código-fonte, tanto para as versões originais quanto para as modificadas. De modo que a liberdade de fazer modificações, e de publicar versões aperfeiçoadas, tenha algum significado, deve-se ter acesso ao código-fonte do programa. Portanto, acesso ao código-fonte é uma condição necessária ao software livre.

Para que essas liberdades sejam reais, elas tem que ser irrevogáveis desde que você não faça nada errado; caso o desenvolvedor do software tenha o poder de revogar a licença, mesmo que você não tenha dado motivo, o software não é livre.

Há disponíveis na internet diversos softwares livres para servidores de mapas, podemos listar dentre eles:

- Alov Map <<http://alov.org>>
- MapServer <<http://mapserver.gis.umn.edu/>>;
- I-3Geo <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/>>;
- GeoServer <geoserver.org/>;
- Gis-4.0 <<http://elib.cs.berkeley.edu/gis>>
- Open Layers <<http://openlayers.org>>.

Alguns softwares livres notáveis são o Linux, o ambiente gráfico KDE, o compilador GCC, o servidor web Apache, o OpenOffice.org e o navegador web Firefox, entre muitos outros. Um critério preponderante na escolha do software utilizado está relacionado com as necessidades do projeto e o nível de interatividade que se deseja alcançar, pois cada um destes programas possui suas características próprias, incluindo vantagens e limitações em seu uso (CAMPOS, 2006).

Outro aspecto relevante a se considerar durante o processo de seleção de um programa para ser utilizado como servidor de mapas é a linguagem de programação nativa de cada software, o

formato de dados suportados; o volume da base de dados a ser disponibilizada, como é o caso do gvSIG.

4.2 O GVSIG 1.9.



Figura 15 – Interface do GVSIG 1.9

GVSIG é um software livre de SIG (Sistema de Informação Geográfica), de fonte aberta desenvolvido pela Conselleria d'Infraestructures i Transports (CIT) da Comunidade de Valência, com o apoio da União Europeia.

O gvSIG é distribuído sob a licença GNU GPL.(General Public License) Permite aceder a informação vectorial e matricial assim como a servidores de mapas que cumpram especificações do Open GIS Consortium. Esta é uma das principais características do gvSIG quando comparado com outros sistemas de informação geográfica, pois contém implementados serviços OGC: WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), Serviço de Catálogo e Serviço de Nomenclatura.

A versão corrente do gvSIG, disponível em diversos idiomas (incluindo em português) pode ser executada em ambientes Windows, Linux e Mac OS X.

Recentemente, no final do mês de Novembro de 2008, foi lançada a versão alpha (denominada 1.9), no qual, além de vir com praticamente todas as extensões integradas, possui um poderoso editor de simbologias e um avançado módulo de manipulação de imagens de satélite e de topologias. Diversos fatores foram levados em consideração para escolha do gvSIG, como o software a ser utilizado para a manipulação dos dados referentes a área de estudo. Destacam-se dentre estes: ausência de custos ligados à aquisição do programa; amigabilidade da interface gráfica

e o suporte ao formato de dados da base cartográfica disponível. Concluiu-se, portanto que o gvSIG atenderia de forma satisfatória as necessidades desse projeto.

4.2.1 CONHECENDO O GVSIG

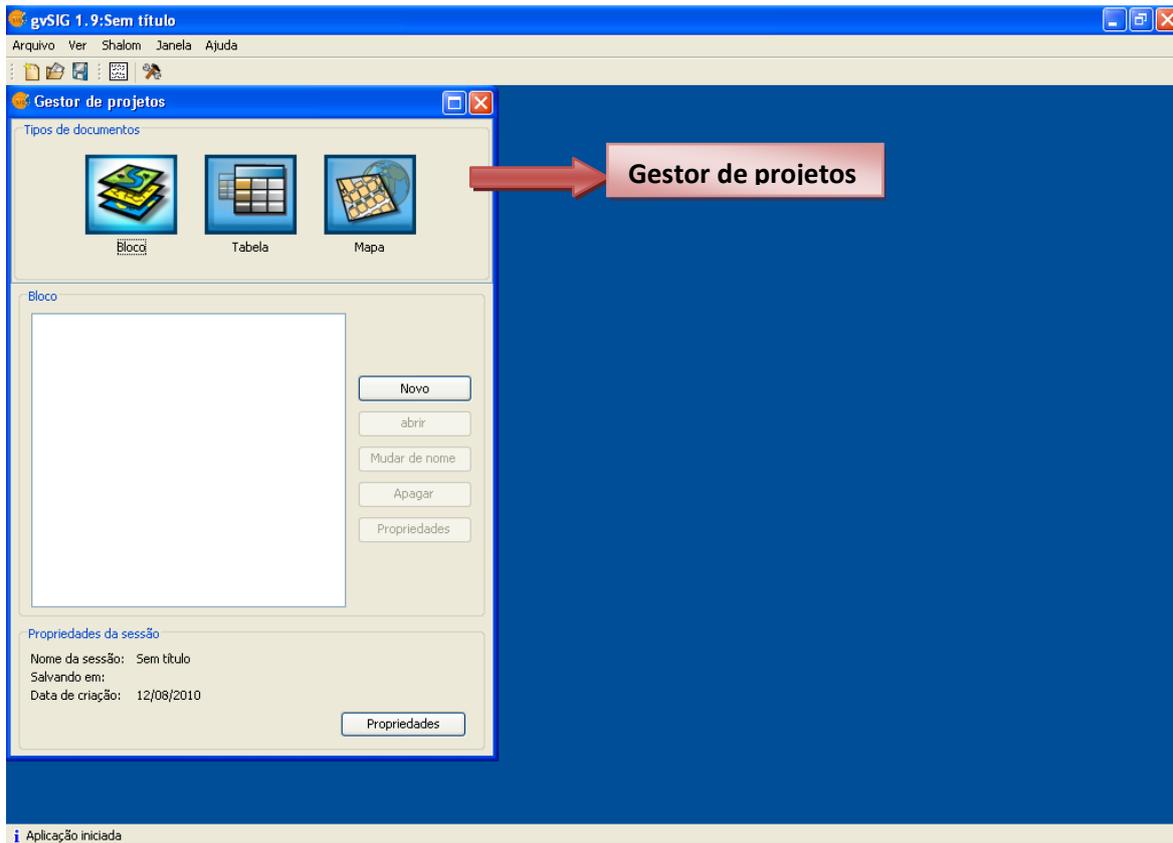


Figura 16: Interface e Tela do Gestor de projetos

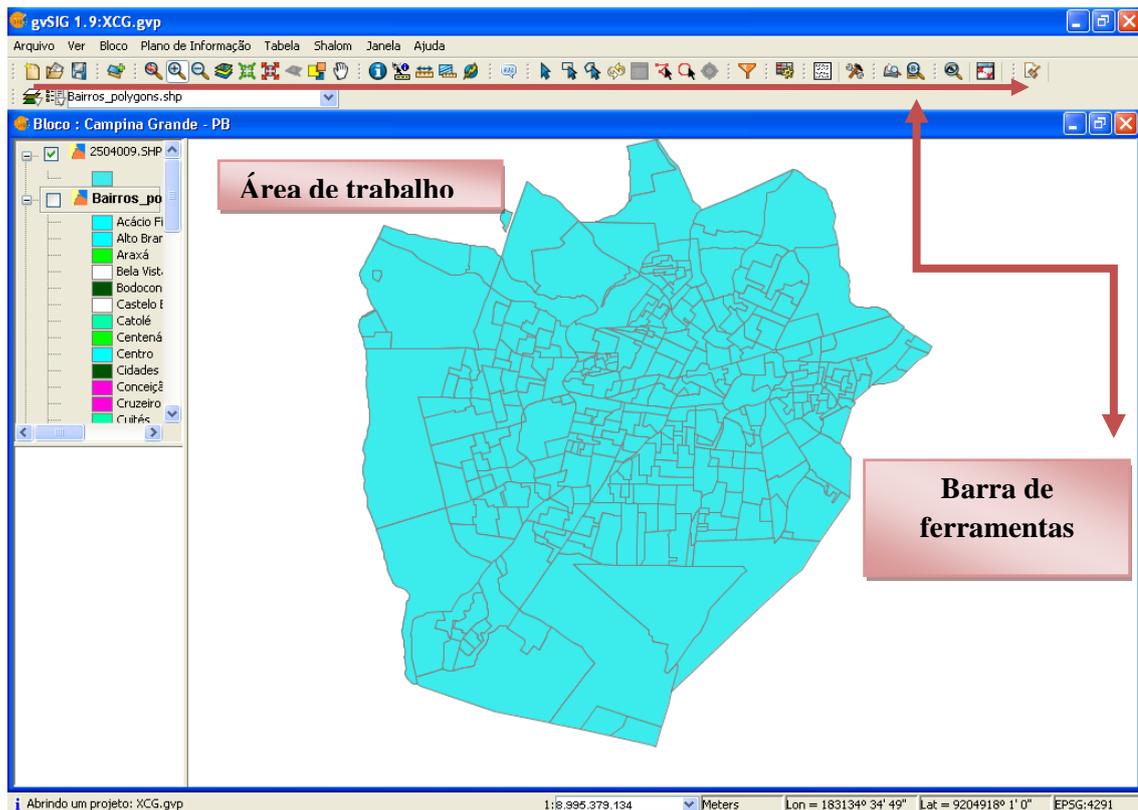


Figura 17: Área de Trabalho e barra de ferramentas

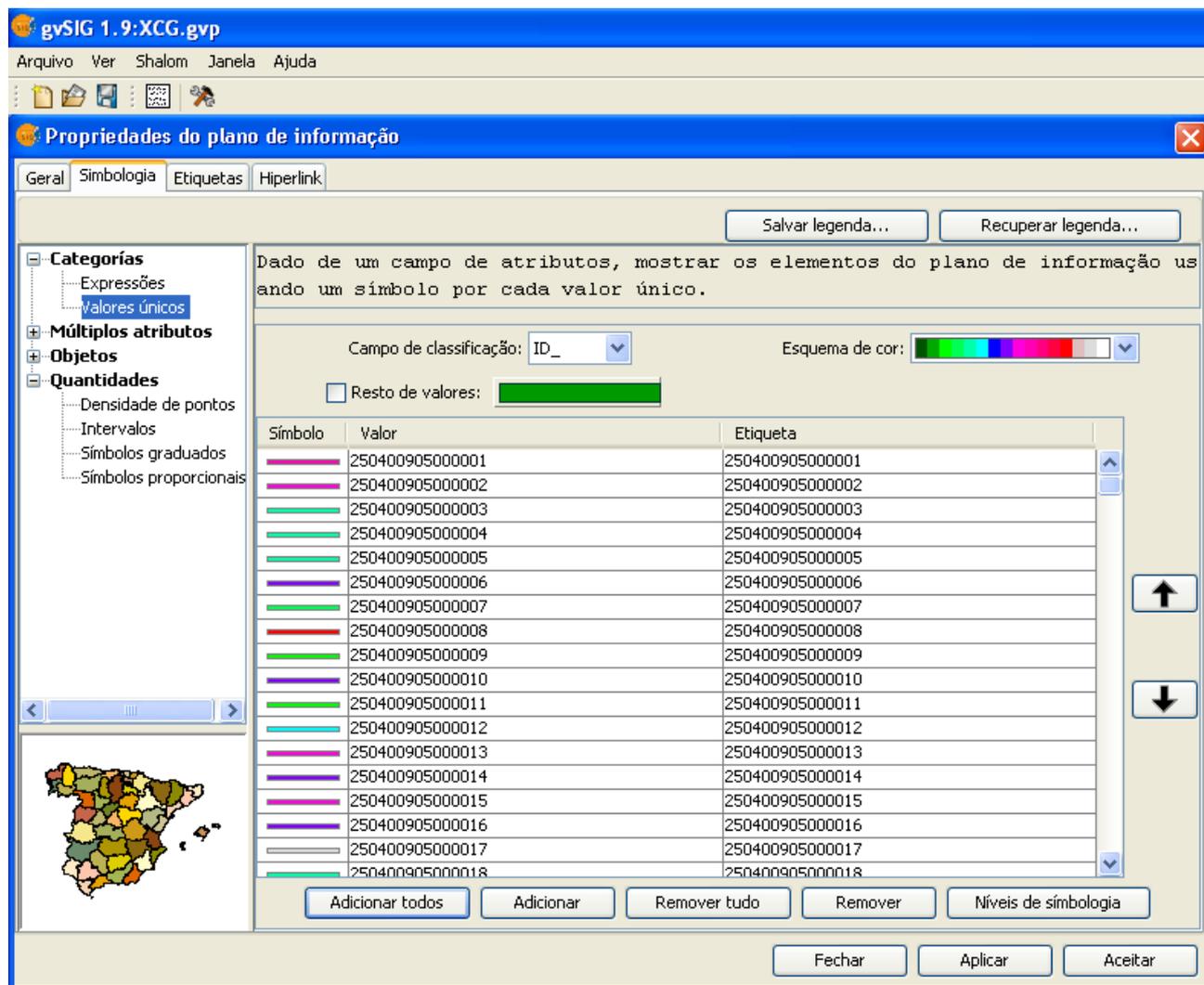


Figura 18: Tela de Propriedades do plano de informação e configuração de todos os dados. (gvSIG)

5. METODOLOGIA / ETAPAS DO TRABALHO

Os procedimentos metodológicos que serão adotados consideram as particularidades que se investiga, como o desempenho como o uso desse software para melhor mapeamento dos Aterros e lixões. A análise e interpretação dos dados serão realizadas sob uma abordagem qualitativa e demonstrativa com imagens, do tipo estudo de caso.

Neste sentido, o estudo do problema proposto adotou as seguintes etapas metodológicas:

- I. Revisão bibliográfica
- II. Aquisição de dados disponíveis
- III. Modelagem conceitual e espacial

A Figura abaixo apresenta uma síntese dos procedimentos metodológicos apresentados subsequentemente.

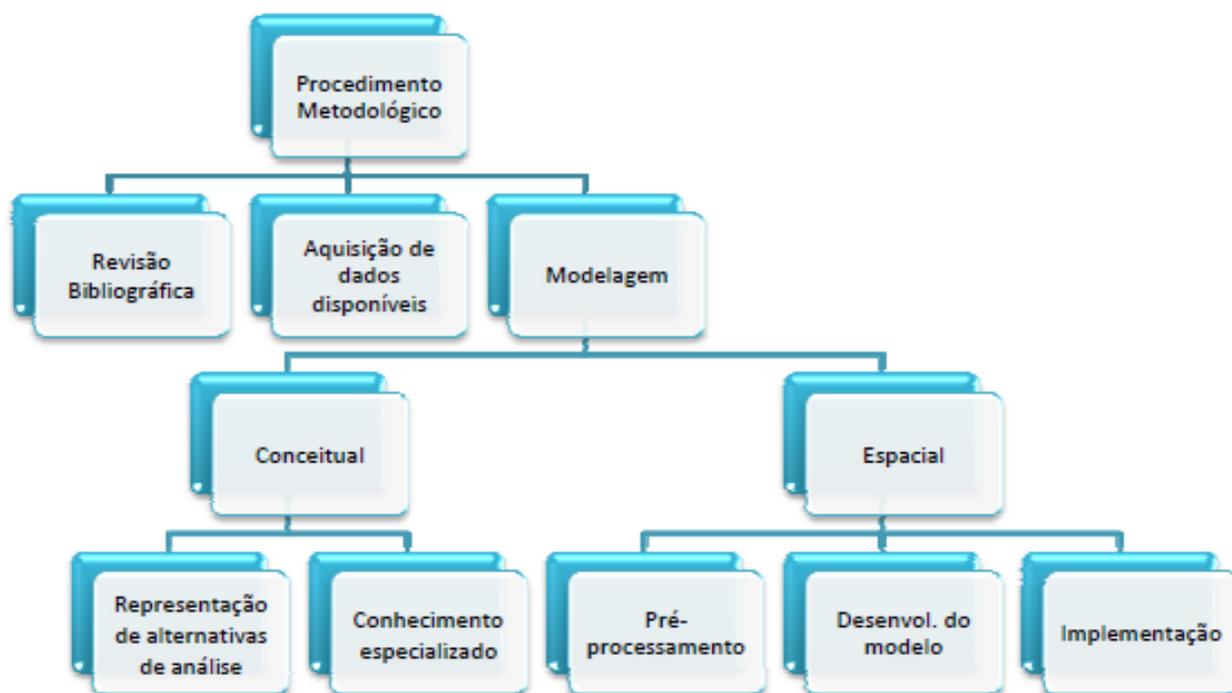


Figura 19: Procedimentos Metodológicos/ Etapas do trabalho

A pesquisa qualitativa é uma abordagem subjetiva sistemática para descrever as relações entre a construção do conhecimento e a utilização do software, em primeiro lugar contemplar os aspectos teóricos dessa monografia e em segundo lugar a parte prática e o desenvolvimento das atividades com o software, este estudo tratará de uma pesquisa qualitativa e demonstrativa, do tipo de estudo de caso, já que a maioria dos nossos estudos realizados no campo da educação geralmente são de natureza descritiva, pois os estudos descritivos não ficam simplesmente na coleta, ordenação, classificação dos dados e podemos estabelecer relações entre as variáveis, em se tratando de uma pesquisa qualitativa, o método adotado para sua realização é o estudo de caso, enquanto pesquisa empírica ele é definido como um método que examina determinado fenômeno em seu ambiente, segundo (CHIZZOTTI,1995, p.102), o estudo de caso é adequado para designar uma pesquisa que busca diversas maneiras de coletar e registra dados, a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

Os métodos qualitativos da pesquisa apresentam características próprias inseridas em paradigmas e reconhecem a subjetividade nas interações humanas e as novas tecnologias. Há também diferentes possibilidades de programar a execução da pesquisa, com isso busca-se uma abordagem mais adequada a ser utilizada como a descritivo-analítica, Esta escolha se dá pelo fato

de estar atuando nesta área cursando no mestrado a disciplina de Geotecnologias Aplicadas a Engenharia Civil e Ambiental e também por trabalhar com Aterros e lixões. A pesquisa foi dada início na primeira semana de junho de 2010, tendo os primeiros contatos e conhecendo o software gvSIG .

5.1 OBTENÇÃO DE DADOS

Nesta etapa metodológica obtemos todos os dados relevantes, independentes de seus formatos e tipologias, bem como, são consultadas publicações, que apresentem informações relevantes, instituições públicas ou privadas, entre outros. Em seguida, os dados coletados devem ser estruturados em uma base de dados eficiente, a qual, vem a favorecer a organização destes. Adverte-se que esta etapa afeta diretamente nas demais atividades que fazem parte da resolução de um problema utilizando SIG.

Após definidos os tipos de dados e as instituições que poderiam disponibilizá-los, foram obtidos, também pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba) e pelo IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através de malhas digitais do município de Campina Grande – PB para que fosse feita simulações dessas áreas e lançados todos esses dados na base digital desta pesquisa.

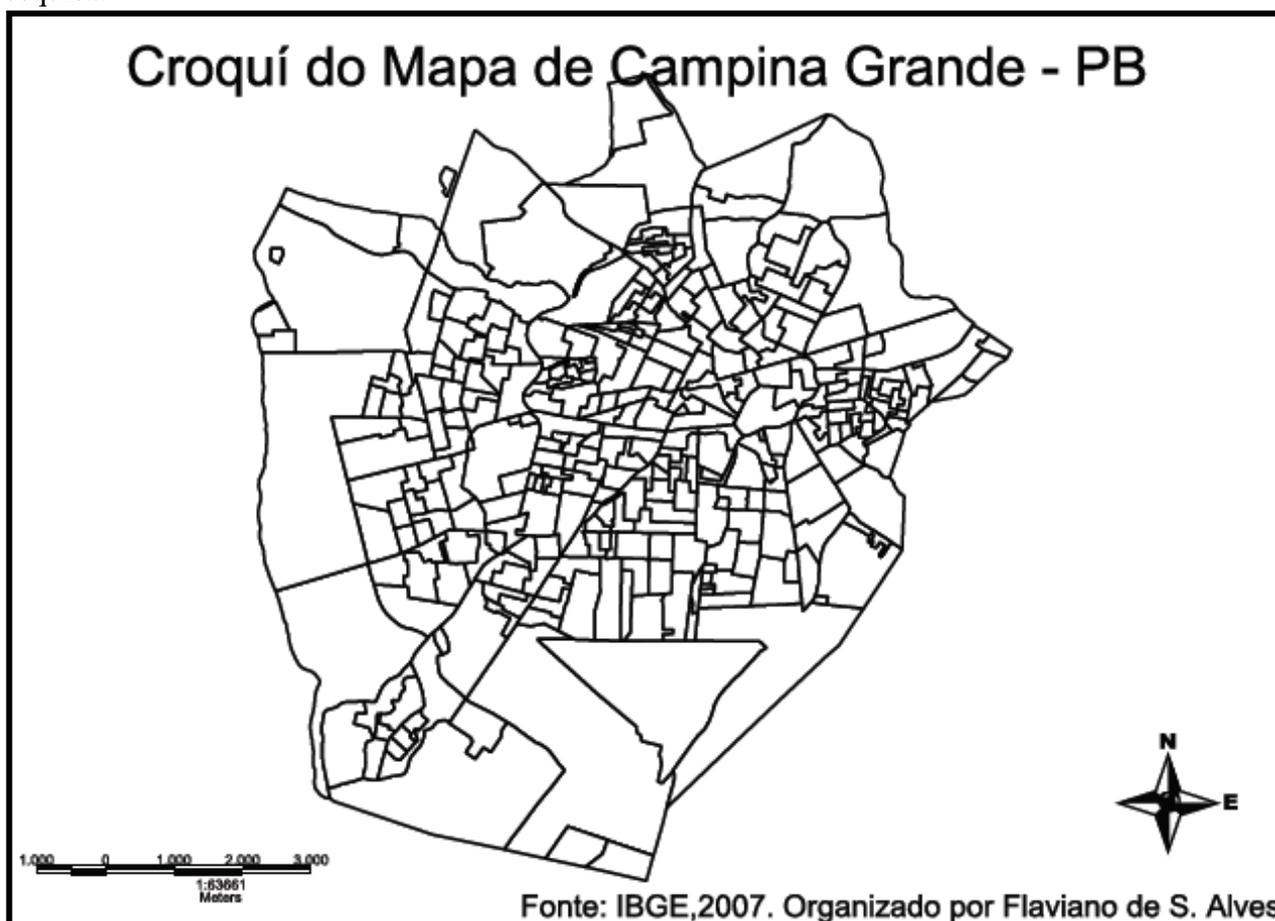


Figura 20: Croqui de Campina Grande – PB elaborado no gvSIG.

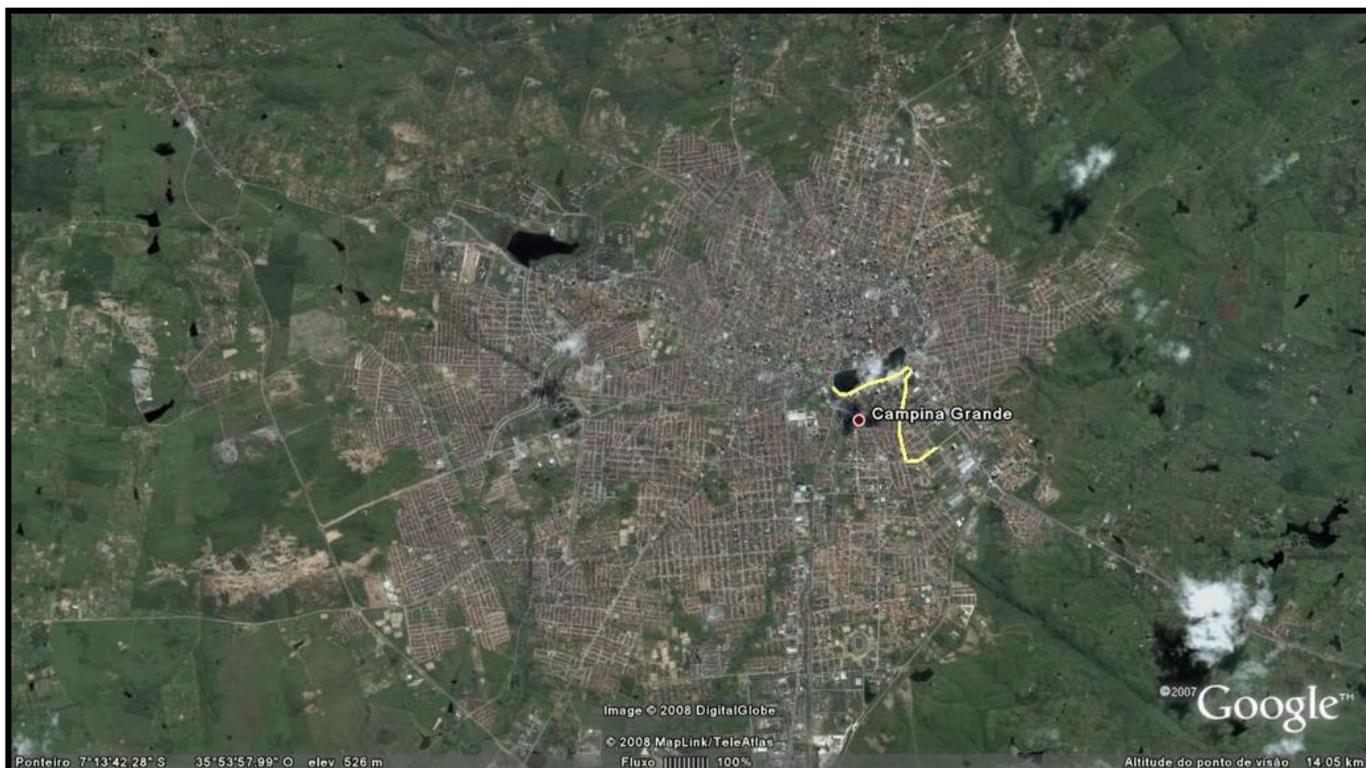


Figura 21: Vista aérea do centro urbano e arredondares da cidade, (GOOGLE EARTH, 2007).

5.2 MODELAGEM CONCEITUAL

Foram empregados um grande volume de variáveis que devem, por vezes, ser entendidas e interpretadas através de modelos de simulação nas áreas considerados como ferramentas de apoio à tomada de decisão. Os modelos conceituais de informações buscam sistematizar a representação de fenômenos do mundo real e possibilitar ao usuário de um sistema informatizado, elencar o conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas, ou seja, em um alto nível de abstração.

A modelagem conceitual ficará independente do programa computacional utilizado, mas no nosso caso utilizamos esses dados no gvSIG 1.9. Neste sentido, em uma pesquisa que envolve várias camadas de informação e um alto volume de dados, o modelo conceitual deve descrever nitidamente as informações utilizadas, simplificar o problema real apresentado, além de auxiliar na organização dos dados envolvidos.

Em Sistemas de Informação Geográfica, toda informação é gerada a partir da modelagem conceitual dos dados (Figura 22). Um modelo pode simplificar sistemas complexos e facilitar seu entendimento. A modelagem conceitual dos dados em um SIG auxilia na tomada de decisão, pois funciona como um “filtro” que ajuda a extrair a informação relevante a partir de um grande e complexo volume de dados (BURROUGH, 1995).

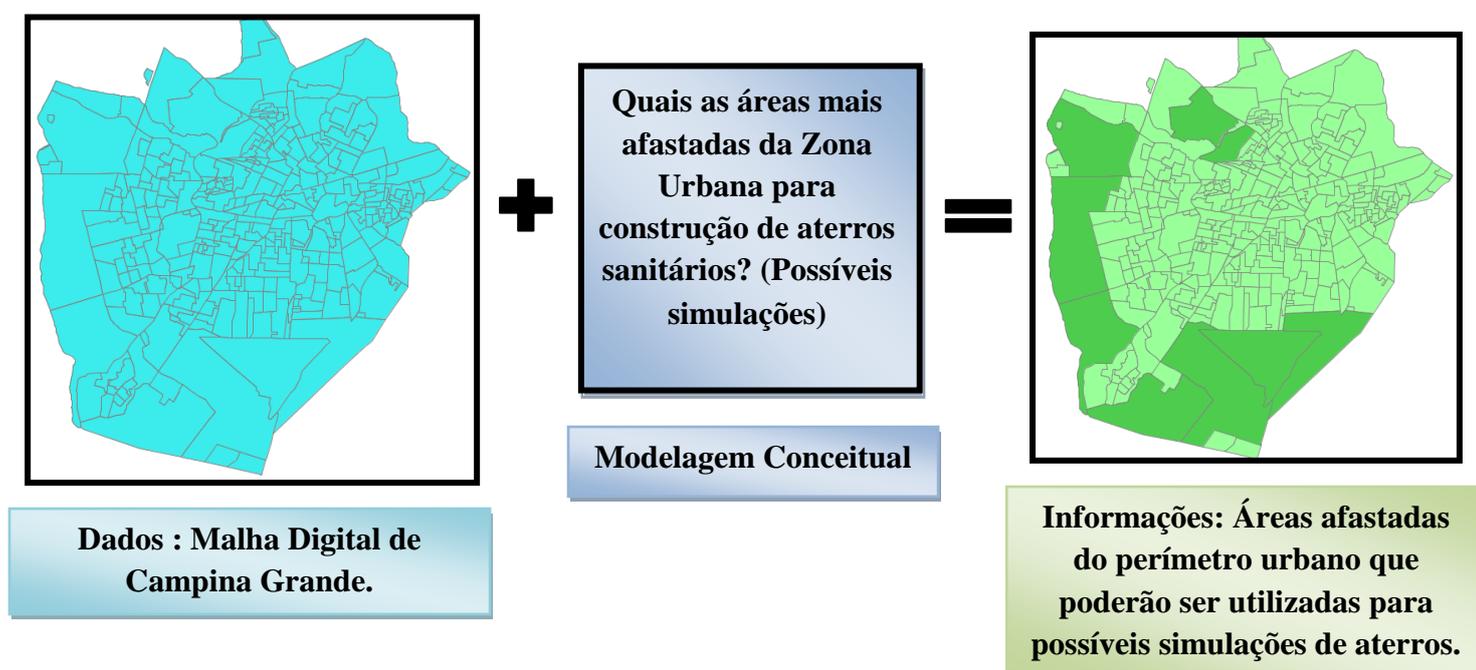


Figura 22 : Aspecto esquemático de uma informação gerada em um SIG

5.2.1 AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS

O planejamento deve ser criteriosamente avaliado para que sejam tomadas as decisões que envolvem uma variedade de critérios que podem ser representados como planos de informações espaciais (proximidade de vias rodoviárias e aeroportos, distâncias a Centros Urbanos e Recursos Hídricos, etc.). Esta grande quantidade de critérios requer um tipo de consulta ao banco de dados em um SIG que será baseada em mais de um atributo. Este tipo de análise pode ser denominado de Avaliação Multicritério ou em Inglês MCE (Multi-Criteria Evaluation) ou ainda MCDM (Multi Criteria Decision Making) e pode ser entendida como um conjunto de métodos que permitem o tratamento simultâneo de aspectos econômicos, sociais, políticos, ambientais, entre outros, em um processo de tomada de decisão. (Braga & Gobetti, 1997, citado por CORDÃO, 2009).

5.3 MODELAGEM ESPACIAL

A modelagem espacial pode ser considerada como uma simulação da implementação no SIG utilizado com todas as operações que deverão ser efetuadas, bem como com a representação dos planos de informação que correspondam aos resultados esperados. (SENDRA, 1997) se refere a esta representação gráfica como modelo cartográfico, pois geralmente se caracteriza por um diagrama esquemático que representa planos de informação, ou seja, são mapas em algum formato específico. Todas as possibilidades de solução do problema devem ser exploradas e representadas de forma esquemática. Neste sentido, a modelagem espacial aplicada nesta pesquisa se caracteriza pelos procedimentos descritos a seguir.

5.3.1 PRÉ-PROCESSAMENTO

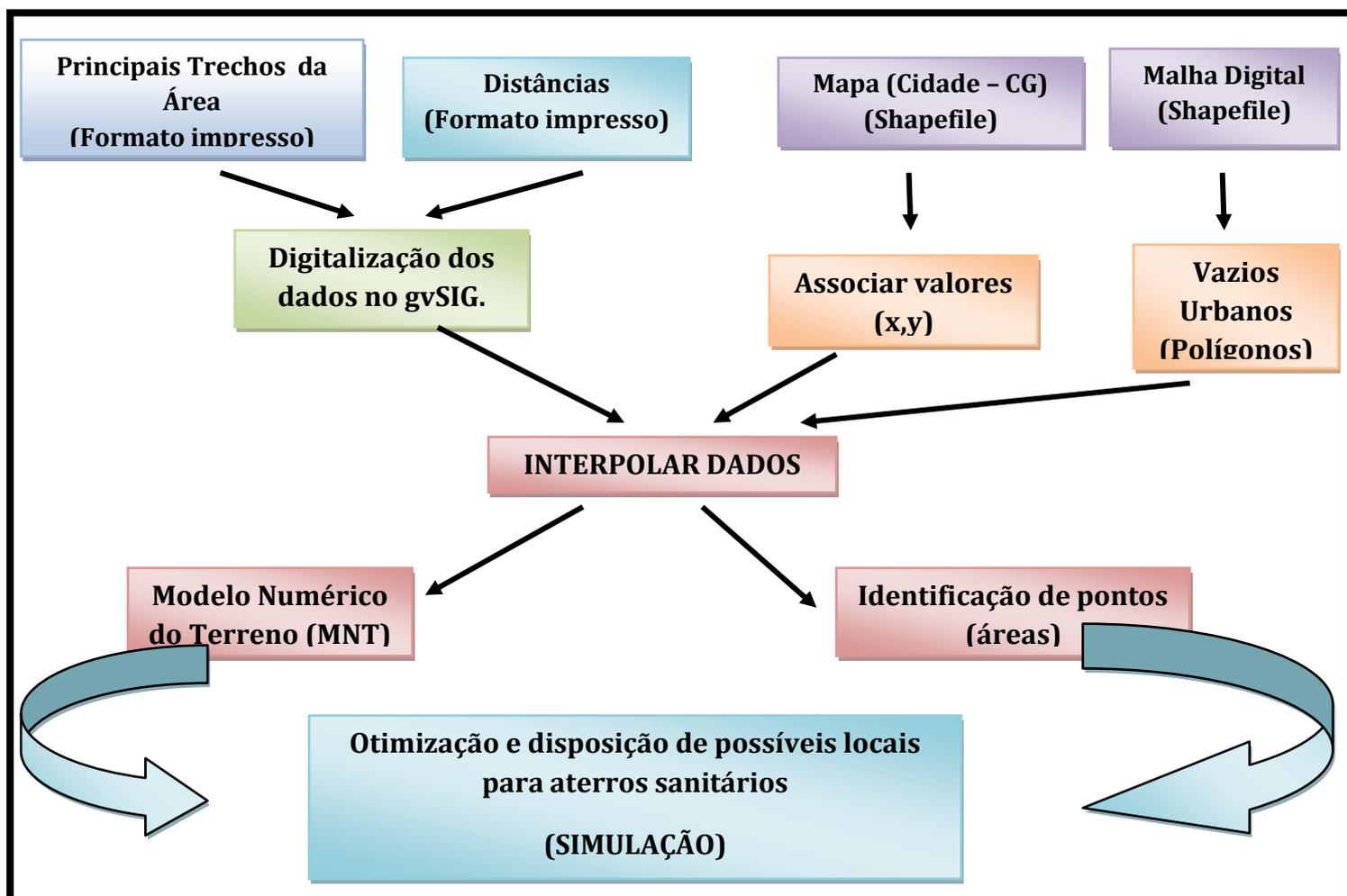
Em razão da diversidade de fontes e tipologias das informações envolvidas, tornasse necessário um pré-processamento de toda a informação a ser modelado no SIG. Dados oriundos de diferentes tipos de mídia (ex: mapas digitalizados, mapas impressos, etc.) devem ser compatibilizados e definidos seus formatos de armazenamento para utilização em ambiente SIG. Além disso, todas as informações devem estar utilizando o mesmo sistema de referência espacial, unidades compatíveis, mesma escala e mesma resolução espacial. Quando da utilização de outros programas externamente ao SIG, como gerenciadores de banco de dados, faz-se necessária ainda nesta fase de pré-processamento a verificação de possibilidades de integração desses dados no programa gvSIG.

O SIG escolhido foi o GVSIG por ser um software livre de SIG e permite aceder a informação vectorial e matricial assim como a servidores de mapas que cumpram especificações do Open GIS Consortium. Esta é uma das principais características do gvSIG quando comparado com outros sistemas de informação geográfica, pois contém implementados serviços OGC: WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), Serviço de Catálogo e Serviço de Nomenclatura. A modelagem conceitual definiu quais dados seriam de fato necessários para modelagem espacial. A grande maioria dos dados foram obtidos em formato impresso e em seguida inseridos na base digital.

5.3.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Para o desenvolvimento do modelo são criados diagramas esquemáticos que representam de forma clara os planos de informação e as operações a serem realizadas em cada alternativa. A modelagem é considerada uma simulação da implementação no SIG, com todas as operações que deverão ser efetuadas, bem como a representação dos planos de informação que correspondam aos resultados esperados. Abaixo no Quadro 02:

Modelo: Indicar possíveis áreas para Aterros Sanitários



Quadro 02: Modelagem Espacial dos dados (SIMULAÇÃO)

5.3.3 IMPLEMENTAÇÃO

Na fase da implementação são executados todos os comandos formalizados na modelagem espacial com o propósito de obter os resultados esperados.

➤ LOCALIZAÇÃO DAS POSSÍVEIS ÁREAS PARA ATERRO SANITÁRIO

Após serem lançados na base de dados digital, os pontos de coordenadas (x,y) gerou-se um mapa com a disposição espacial com área urbana e áreas afastadas desse perímetro (Figura 23). A partir da localização foram gerados mapas de distâncias e pontos.

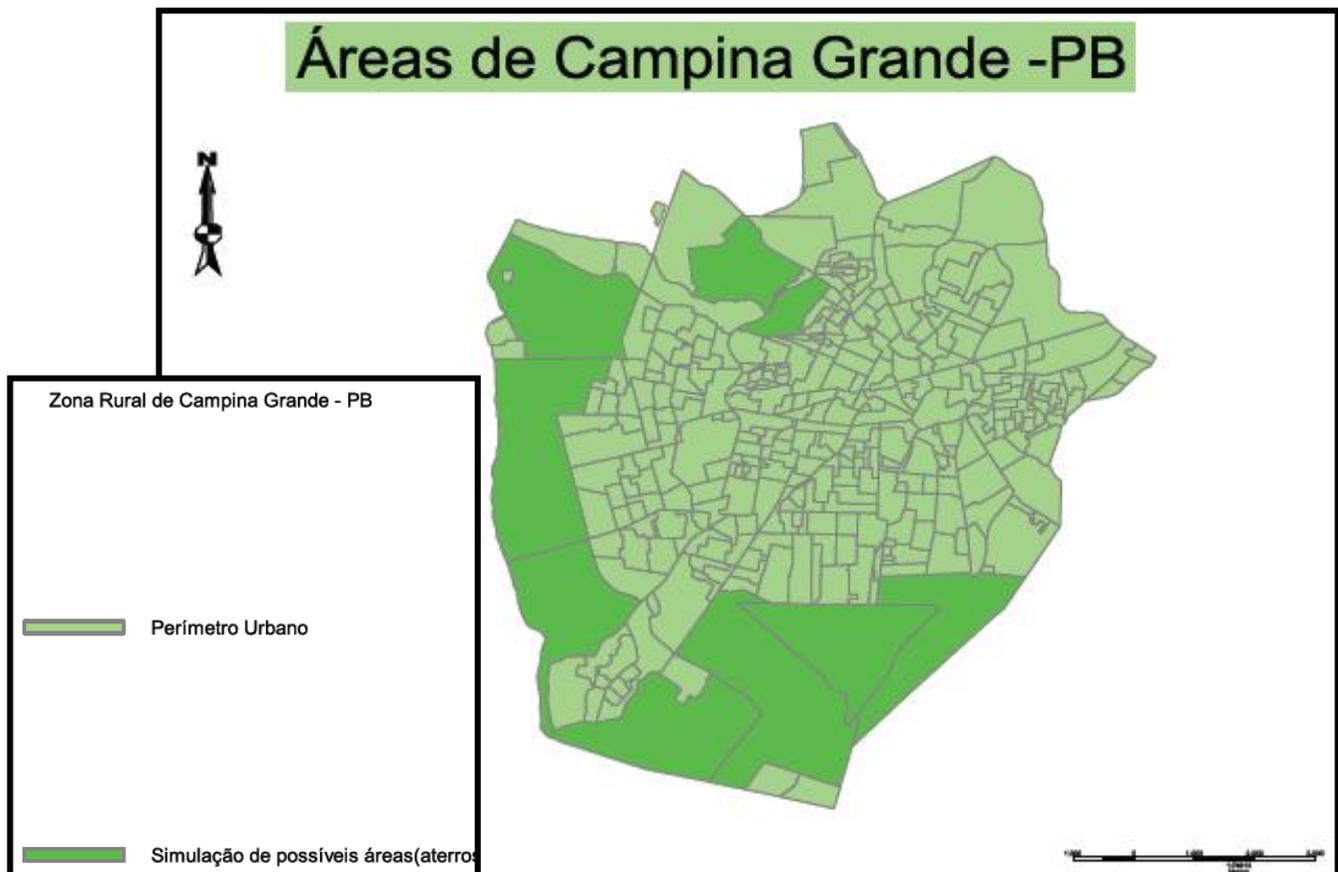


Figura 23: Mapa com a disposição espacial com área urbana e áreas para as simulações– Produzido no gvSIG. (Flaviano S. Alves)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

São apresentados a seguir os resultados relativos a pesquisa proposta através dos planos de informações espaciais que correspondem a modelagem desenvolvida. O planejamento de todas as etapas foi cuidadosamente analisado, inicia-se através da verificação de diagnósticos da situação atual, identificados através de critérios de riscos que podem ser quantificados e espacializados utilizando os SIG como ferramenta de organização e análise.

Um diagnóstico utilizando o software gvSIG 1.9 permite trabalhar de diversas maneiras e fazer as simulações que desejar em qualquer área ou localidade, desde que seja feito um levantamento para que obtenha uma planilha de dados permitindo assim a avaliação de prováveis pontos para a construção de aterros levando em consideração que sendo um estudo mais aprofundados devem ser considerado aspectos que relacionam oferta e demanda, tais como: população, distâncias, topografia, entre outros.

A análise da situação atual pode ser baseada em informações sobre os diversos elementos que pesquisamos. Muitas vezes, o diagnóstico pode ser limitado em razão de dados mais reais e de localidades o que deve ser feito um adequado planejamento.

Assim podemos destacar os pontos de localização geográfica destes lugares (Figura 24)

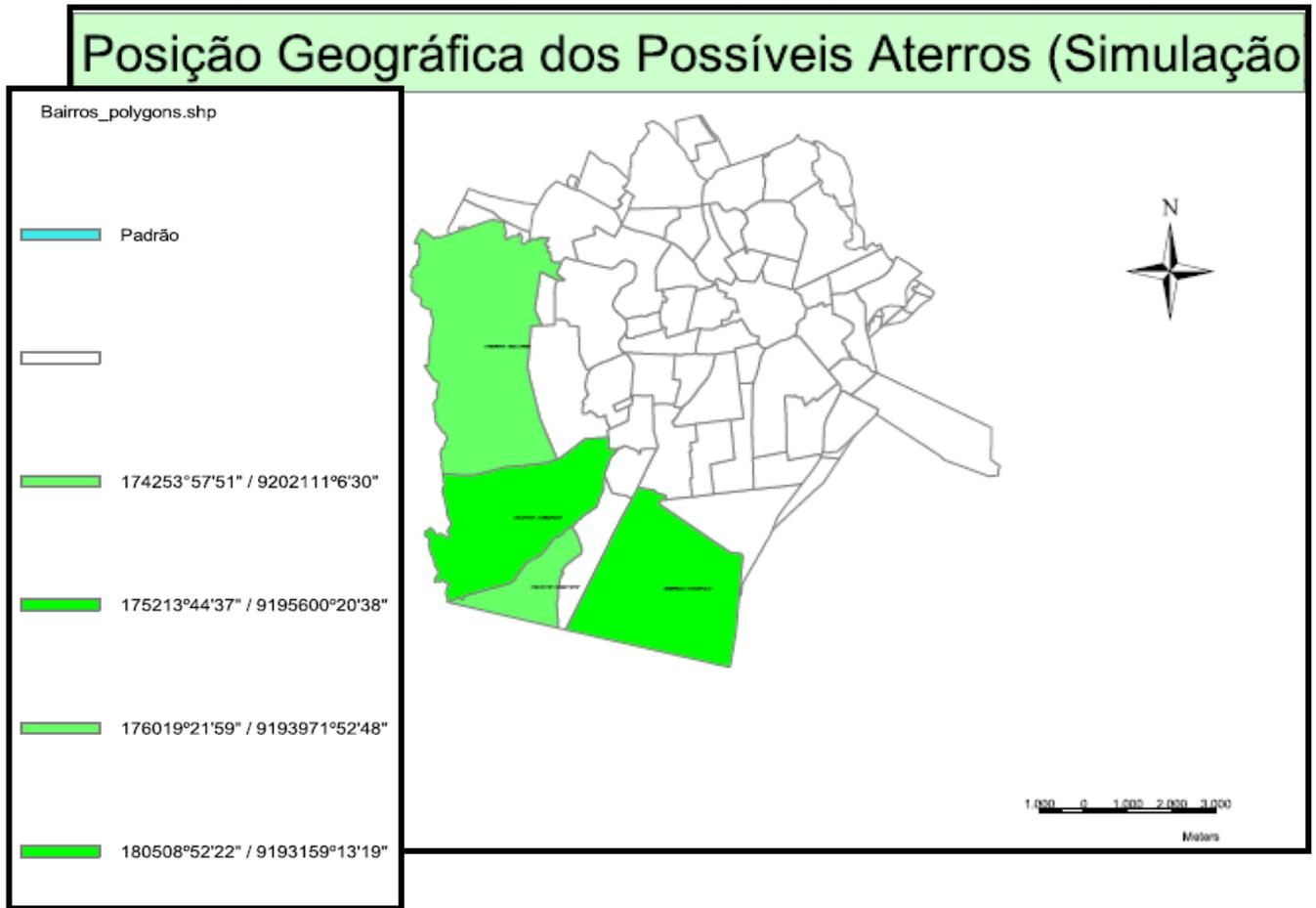


Figura 24: Localização Geográfica dos Possíveis Pontos (Simulação) – Elaborado no GVSIG 1.9 (Flaviano)

Para realização, foram inseridos esses dados na planilha do gvSIG as coordenadas (x,y) que corresponde a latitude e longitude. (Figura 25)

gvSIG 1.9:XCG.gvp

Arquivo Ver Bloco Plano de Informação Tabela Campo Shalom Janela Ajuda

Tabela: Tabela de atributos: Bairros_polygons.shp

| Entity | Layer | Color | Elevation | Thickness | Text | HeightText | RotationTe | Nome do ba | Zona | Possíveis | Longitude | Latitude |
|------------|---------------|-------|-----------|-----------|------|------------|------------|-----------------|-------|-----------|---------------|----------------|
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Acácio Figue... | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Bodocongó | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Novo Bodoc... | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Ramadinha | Oeste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Pedregal | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Santa Cruz | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | São José | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Estação Velha | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Tambor | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Centro | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Alto Branco | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Conceição | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Liberdade | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Quarenta | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Prata | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Palmeira | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Itararé | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Santo Antônio | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Nova Brasília | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Jeremias | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Serroteão | Oeste | Aterro | 174253°57'51" | 9202111°6'30" |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Velame | Sul | Aterro | 180508°52'22" | 9193159°13'19" |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Jardim Tava... | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Cuités | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Monte Castelo | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Cidades | Sul | Aterro | 176019°21'59" | 9193971°52'48" |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Louzeiro | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Jardim Conti... | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Nações | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Araxá | Norte | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Presidente ... | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Três Irmãs | Oeste | Aterro | 175213°44'37" | 9195600°20'38" |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Jardim Pauli... | Sul | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Sem nome | Leste | | | |
| LwPolyline | LIMITE_BAI... | 241 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | Lauritzen | Norte | | | |

Figura 25: Interface dos dados na tabela do gvSIG – Flaviano S. Alves.

Criação dos pontos para as simulações aparecerem no mapa.

Inserir dados geográficos de localização

Muitas vezes, a disponibilidade de dados é um fator limitante para uma análise que se aproxime mais da realidade. Neste contexto, as análises foram realizadas com as informações disponíveis.

Nisso depois que o banco de dados foi definido e montado, a utilização do *software* *GVSIG 1.9* de geoprocessamento permitiu a visualização geográfica e a criação de mapas temáticos para consulta dos elementos gráficos armazenados e seus atributos relacionados.(Figura 26)



Figura 26: Análise Espacial - Mapa Temático indicando a localização do município de Campina Grande – PB com destaque para a simulação dos pontos para o Aterro Sanitário(Elaborado no gvSIG) – Flaviano S. Alves.

Esta figura permite visualizar a área do município de Campina Grande – PB e observar as possíveis áreas que poderão ser analisadas para construção de um aterro sanitário uma vez que seja levado em consideração o tamanho do mesmo de acordo com o Quadro 01 que está neste trabalho será de grande porte e também deve ser feito um estudo mais aprofundado em campo para reconhecimento das áreas.

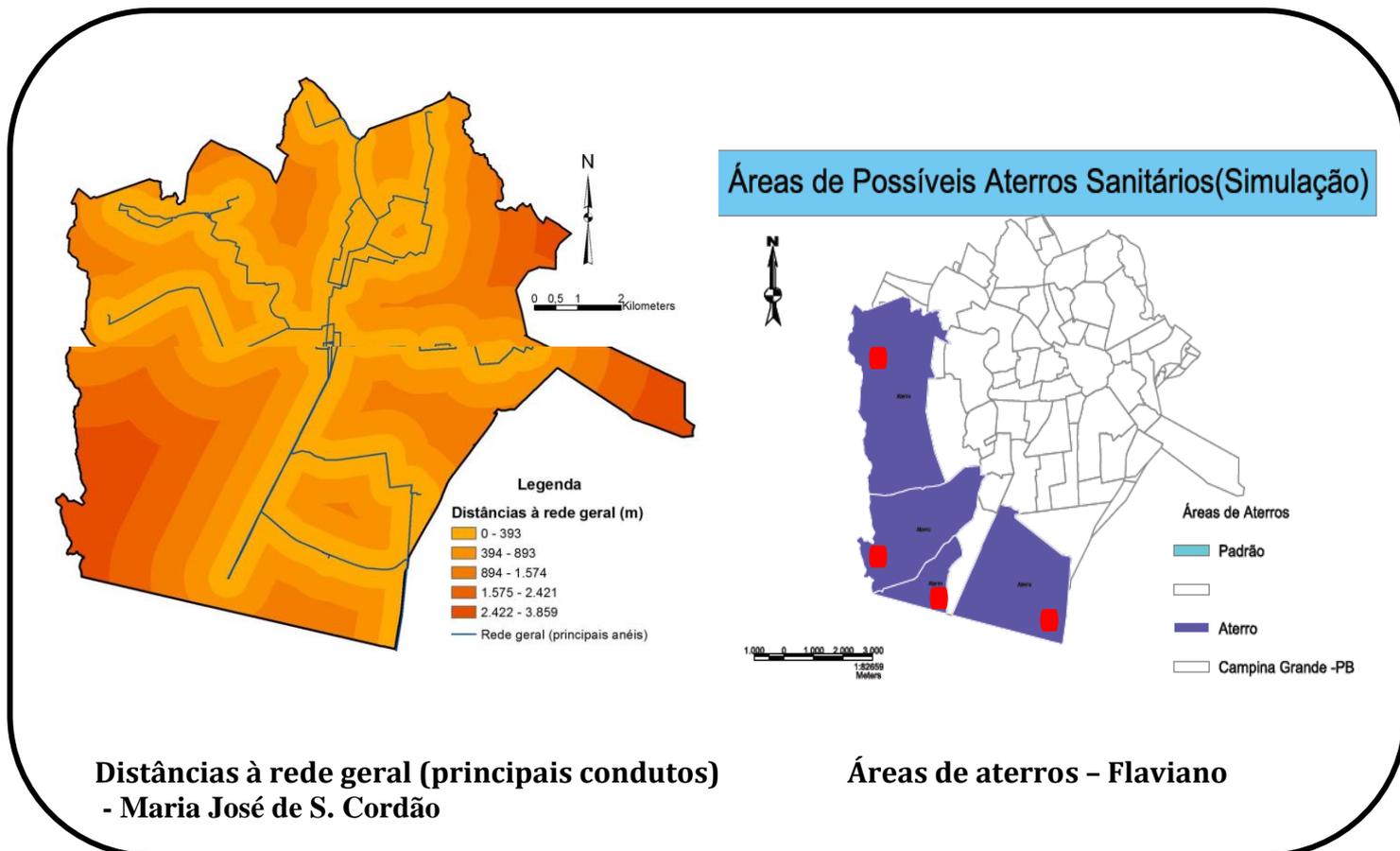


Figura 27: Uma análise espacial a partir do mapa temático da rede de abastecimento de água próxima das áreas. Analisando se esta ou não próximo do aterro.

Na figura acima permite fazer uma comparação e um estudo sobre as distâncias dos aterros do sistema de abastecimento de água da cidade e assim facilitar mais o desenvolvimento das atividades.

Essas análises espaciais são importantes para auxiliar no gerenciamento do aterro sanitário e permite ao usuário a visualização de áreas de interesse. Além dos mapas temáticos citados como exemplo, existe uma variedade de informações que podem ser inseridas como: Limites com áreas de proteção ambiental, existência de aeroporto e/ou campo de pouso, municípios vizinhos, etc.

Ainda há um longo caminho a ser percorrido para que sejam implantadas ações que de fato contemplem o entendimento sistêmico para os resíduos sólidos. Tal fato evidencia a importância de estudos e ações voltados à correta disposição de resíduos sólidos, o que inclui a criação e disponibilização de um banco de dados adequado para esta finalidade, em que sejam consideradas as fragilidades do meio físico.

Um banco de dados georreferenciado através do sistema de informações geográficas disponível, pode auxiliar na gestão dos aterros sanitários de resíduos sólidos como foi o caso do uso do GVSIG o que facilitou a centralização das informações, e a importância dessa ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, destaca-se a importância do uso do SIG como ferramenta de auxílio na tomada de decisão. Em tempos de estudos ambientais complexos, bem como Estudos de Impactos Ambientais – EIA / Relatórios de Impactos do Meio Ambiente – RIMA, Relatório Ambiental Preliminar – RAP, o Sistemas de Informação Geográfica oferece ferramentas ágeis, de fácil manipulação e capazes de integrar uma grande quantidade de informações de maneira segura e eficiente.

Entretanto, não se pretende substituir a experiência e capacidade de análise empírica de profissionais para avaliação de locais para instalação de aterro sanitário. Mais uma vez, é reforçado a idéia do uso de SIG como ferramenta de auxílio e suporte às análises. Outro ponto a ser mencionado é que o uso das variáveis ou metodologias de análise espacial não se restringe às utilizadas no presente trabalho. A flexibilidade do modelo de dados geográficos abre, ainda, um leque de outras possibilidades de representação de cenários ambientais. Neste sentido, muitas das decisões necessárias, podem ser auxiliadas por ferramentas potenciais, as quais integram essas novas práticas de planejamento, que possibilitem a indicação das soluções mais acertadas.

Um dos problemas mais destacados que se refere a implantação de aterros sanitários e sua localização e um estudo aprofundado sobre determinadas áreas. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) oferecem uma série de vantagens isso que dispomos de vários dados concretos sobre determinadas áreas por isso utiliza-se de uma série de critérios, gerando resultados na eficiência de diversos aspectos, com essa implantação dos SIG na tarefa de otimizar uma primeira visão de onde poderá iniciar seus estudos sobre a implantação destes aterros e sua localização torna-se altamente recomendável.

Pode-se dizer que a metodologia utilizada nesta pesquisa possui aspecto inovador e é válida do ponto de vista de que a otimização da disposição espacial desses pontos, se bem que aqui neste trabalho foi feita apenas simulações para demonstrações de como poderemos utilizar o gvSIG neste novo contexto das Novas Tecnologias. Este mesmo mapeamento pode ser utilizados em outros lugares e operados para diversas atividades e finalidades. Como também observar que essas áreas podem estar submetidas simultaneamente à baixa qualidade do serviço e a localização em áreas de pequena urbanização. A disponibilidade de dados é fator determinante para que uma metodologia seja representada de forma mais realística.

Outrossim, um estudo com as características apresentadas torna-se interessante tanto do ponto de vista acadêmico com todas as implicações e vantagens inerentes a um projeto de pesquisa, como por ser este um projeto cujos resultados podem ser utilizados por alguns profissionais para trabalharem com o gvSIG e dar possíveis colaborações a sociedade e ao meio ambiente. Ressalta-se, entretanto o caráter introdutório deste trabalho em um contexto de utilização desta metodologia no estabelecimento de “possíveis simulações”, de localizações mais adequadas, etc. Na ausência de estudos mais detalhados, estes indicadores já se apresentam como um grande avanço para início de um grande estudo sobre tal assunto. Espera-se, portanto, que a visualização espacial das informações da forma como apresentada neste trabalho, já represente por si só, uma grande contribuição para o setor e possa ser utilizada enquanto metodologia de projeto para despertar em outros o desejo de aprofundar sobre o trabalho exposto.

Ainda há um longo caminho a ser percorrido para que sejam implantadas ações que de fato contemplem o entendimento sistêmico para os resíduos sólidos. Tal fato evidencia a importância de estudos e ações voltados à correta disposição de resíduos sólidos, o que inclui a criação e disponibilização de um banco de dados adequado para esta finalidade, em que sejam consideradas as fragilidades do meio físico. Obviamente, a busca e a perpetuação de soluções para a questão ambiental (e mesmo, especificamente, no caso da gestão de resíduos sólidos), passam pela criação e implementação de políticas públicas e de governo, que serão mais eficazes, quanto maior for o grau de comprometimento dos atores sociais envolvidos. Assim, mostra-se a importância em se tratar e dispor adequadamente os resíduos sólidos oriundos das atividades humanas e industriais. Sendo que algumas características foram estabelecidas a partir de pesquisas, da legislação e normas técnicas vigentes para posterior criação do banco de dados para os aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Destaca-se nesse contexto a importância da utilização de ações preventivas na avaliação de degradação ambiental por meio do geoprocessamento, tais como se caracterizam as ações de planejamento territorial. Pesquisas realizadas permitiram constatar a não existência de um banco de dados georreferenciado através do sistema de informações geográficas disponível, sobre aterros sanitários. As aplicações de georreferenciamento em aterros sanitários se limitaram a auxiliar na escolha de áreas, como foi exemplificado.

Com a aplicação do banco de dados para aterros sanitários obteve-se ferramentas que efetuam diversas operações, entre elas: a) Visualização em mapa das entidades gráficas que compõem o banco de dados (ex: poligonal de áreas que poderiam ser implementados aterros). b) Operação que permita aproximar ou afastar (“*zoom in*” ou “*zoom out*”) a área de visualização do mapa sobre determinada região, alterando a escala de apresentação das entidades. c) Operação para mover área de visualização do mapa em todos os sentidos, sem alteração da escala. d) Operação de identificação dos atributos alfanuméricos associados a determinado elemento gráfico selecionado no mapa. Ex: ao selecionar um aterro no mapa, listar suas características. e) Análises espaciais; mapas temáticos e Impressão de mapas a partir dos elementos destacados em tela. Pelo exposto, entende-se que a definição de critérios para a criação de um banco de dados de aterros sanitários constitui um tema de pesquisa de grande importância para a gestão dos resíduos sólidos, na medida em que mostra o poder do uso da tecnologia da comunicação e informação, como o uso de banco de dados e a importância dessa ferramenta no auxílio à tomada de decisão.

Quanto ao desenvolvimento do banco de dados georreferenciado para aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, projetos futuros podem buscar enriquecer o conteúdo e as formas de consulta oferecidas pelo produto considerado, podem também acrescentar análises espaciais feitas através do *Google Earth*, por exemplo. Além disso, a experimentação e a incorporação de outros *softwares* ao que foi utilizado (OpenJump, ArcGIS e ArcIMS) devem, resultar em melhoria do sistema como um todo, principalmente, se for considerado o contínuo avanço tecnológico em curso neste setor das ciências.

Nisso como sugestão para a continuidade do trabalho, indica-se uma simulação mais profunda das combinações possíveis de resultados (cruzamento das informações), bem como simulações de cenários futuras de modo a dirimir dúvidas a respeito dos aterros sanitários. Além do mais, a informatização do banco de dados, possibilita a indicação de quais são as medidas mais adequadas para melhorar a situação dos aterros. E com isso finalmente o Banco de dados pode crescer e abranger itens relativos ao saneamento básico como um todo (identificação melhor de áreas afastadas do perímetro urbano, reservatórios de água e outros) permitindo que o cruzamento de informações facilite a “tomada de decisão” por parte do poder público para investimentos em áreas mais apropriadas.

Espera-se que este trabalho represente o início de um programa de modernização e integração de um banco de dados através do gvSIG 1.9 para possíveis localizações de todos os aterros sanitários implantados. Oferecendo informações selecionadas, atualizadas e de forma rápida, através de consultas e análises espaciais. Mostrando que análises como estas realcem as potencialidades do geoprocessamento para a tomada de decisão em empreendimentos relacionados ao meio ambiente, traduzindo em uma ferramenta para conhecimento e gestão do território para o

planejamento e gestão do espaço urbano. Por fim, o presente trabalho pode fornecer, a entidades com poder decisório (prefeitura, órgãos, empresas de gestão de resíduos, etc.), uma ferramenta e uma metodologia para localização e avaliação preliminar de possíveis novas áreas para a construção de aterros sanitários.

8. BIBLIOGRAFIA

ABNT (1994). Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR N° 12.217: **Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.**

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: **Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro - Brasil. 2004.

ALDOSARY, A. S. e ZAHEER, S. A. **Na Application Mechanism for a GIS-Based Maintenance System: The Case of Kfupm. Computational, Environmental and Urban Systems**, n. 6, v. 20, p. 399-412. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1997. **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação;** NBR 13.896. Rio de Janeiro. 13 p.

BELLONI, Maria. L. **Educação a Distância.** Campinas, SP : Associados, 1999.

BIDONE, F. R. A; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos.** EESCUSP: São Carlos – SP, 1999. 120 p.

BONHAM-CARTER, G. F. (1994). **Geographic Information Systems for geocientists: modeling with GIS.** Delta Printing, Ontario, 398p.

BRIGGS, D. J. (1992). **Mapping Environmental Exposure. In: Geographical and Environmental Epidemiology: Methods for Small-Area Studies** (P. Elliot, J. Cuzick, D. English & R. Stern, eds.), pp. 158-176, Tokyo: Oxford University Press.

BURROUGH, P. A. (1995). **Spatial data quality and error analysis issues: GIS functions and environment modeling. In: Gis and environmental modeling: progress and research issues.** GIS World Inc, Fort Collins.

CÂMARA, G. e DAVIS, C. **Introdução: Por que Geoprocessamento,** São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: <[ww.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf)>

CAMPOS, Augusto. **O que é software livre.** BR-Linux. Florianópolis, março de 2006. Disponível em <<http://br-linux.org/linux/faq-softwarelivre>>. Consultado em [24/05/2010 às 22:50].

CARRIER, J.-P. (1998) "Les cédéroms dans le biberon: le multimédia et l'éveil des tous-petits.", **Apprendre avec le multimédia. Où en est-on?**, Paris : Retz, p. 61-70.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências humanas e Sociais.** 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CHRISTENSEN, I. H.; COSSU, R.; STEGMANN, R. **Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact.** San Diego: Academic Press, 1989. 592 p.

CORDÃO, Maria José de Sousa **Modelagem e otimização da disposição espacial de unidades de reservação em redes de distribuição de água utilizando geotecnologias.** Campina Grande, Departamento de Eng.Civil e Ambiental – UFCG, março – 2009. Dissertação.135p.

DEMERS, M. N. (2003). **Fundamentals of Geographic Information Systems.** John Wiley Sons. Second Edition. 636p.

EASTMAN, J. R. (2003). IDRISI Kilimanjaro: **Guide to GIS and Image Processing**. Clark University. Idrisi Production. Manual Version 14.0. Environmental Protection Agency.

GARIGLIO, I. P. **Metodologia racional para monitoramento ambiental de aterros de resíduos sólidos urbanos**. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2003, Joinville. Trabalhos Técnicos. Joinville: ABES, 2003. 11 p.

GIDDENS, A. **Runaway world: how globalisation is shaping our lives**. London: Routledge, 2000.

GOOGLE EARTH, 2007 **Banco de imagens sobre Campina Grande** –PB Consultado em [23/05/2010 às 23:20].

GOMES, L. P; COELHO, O.; ERBA, D.; VERONEZ, M. **Critérios de seleção de áreas para disposição final de resíduos sólidos**. In: ANDREOLI, C. (Org.) **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**. São Carlos:[s.n], 2001. P. 145 – 164.

HOLMBERG, B. **Guided Didatic Conversion in Distance Education**, in: SEWART, D. et alli (eds.) **Distance Education: Internnacional Perspectives**. Londres/Nova Iorque: Croomhelm/St. Martin´s, 1993.

IBGE (2008). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Contagem da população para o ano de 2008**. Disponível em : <www.ibge.gov.br>

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS E COMPROMISSO EMPRESARIAL COM A RECICLAGEM - IPT e CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 199 p.

JUCÁ, J. F. T. **Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. In: 5º Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental – REGEO” 2003: Porto Alegre, 2003. 32p.

MEDEIROS, J. S. DE. **Banco de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão do Território**. São Paulo. Dpto. de Geografia – FFLCH USP. Julho, 1999. Tese de Doutorado.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. 3. ed. Campinas, SP: Papyrus, 1997.

OLIVEIRA, E. F. **GeoWeb: Os Novos Rumos da Internet**. Revista InfoGeo Nº 53, Editora MundoGEO, 2009.

PCN, 1999. Secretaria do Ensino Fundamental . **Parâmetros curriculares nacionais: Geografia**. Brasília: MEC/SEF.

PNLD, 1999. **Programa Nacional do Livro Didático** – Brasília: Mec/SEF.

Revista VEJA ONLINE -2009. **Banco de imagens sobre aterros sanitários**. Consultado em [12/07/2010 às 18:30].

ROCHA, Cezar Henrique B.; **Geoprocessamento – Tecnologia Transdisciplinar**. Minas Gerais, Ed. Do Autor, 2000

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo. Editora Hucitec. 1996.

SANTOS, Milton. **O retorno do território**. In: SANTOS, M. et. Al. (org), Território- Globalização e fragmentação. São Paulo. Hucitec/ANPUR. 1994.

SANTOS, Vânia M.N. , 1998 **O Uso Escolar das Imagens de Satélite: a Socialização da Ciência e Tecnologia** . In: Penteado Heloisa D. Pedagogia da Comunicação. São Paulo: Cortez.

SENDRA, J. B. (1997). **Sistemas de Información Geográfica**. Madrid. 2ª Edição, RIALPE, 451p.

SILVA, Mozart Linhares da. **Novas tecnologias educação- educação e sociedade** na era da Informação. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

SOUZA, R. S.; GAMEIRO, R. C. P. G.; POLIZER, M.; STEFFEN, J. L. (2005). **Dimensionamento otimizado de redes de distribuição de água: estudo de caso**. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa-PB. CD ROM.

TIBÚRCIO, E. C. (2006). **Desenvolvimento de uma interface em SIG para suporte ao dimensionamento hidráulico de sistemas de abastecimento de água**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 206p.