

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE SENSORIAMENTO REMOTO

CURSO: Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
(Mestrado)

Disciplina: Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Geográficas (SIG)
Prof.: Dr. Marx Prestes Barbosa (CTRN/UAEA)

Relatório Final

Rony Lopes Lunguinho
Ruy Souza de Santana
Francisco de Assis da Silveira Gonzaga

Campina Grande - PB
Agosto, 2010



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola
Área de Sensoriamento Remoto
Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário - CEP 58.109-970 - Campina Grande - PB
Fones: 0 XX 83 3310-1045 ; 3310-1190
e-mail: marx@deaq.ufcg.edu.br



CURSO: Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (Mestrado)

Relatório Final das Disciplinas Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Rony Lopes Lunguinho
Ruy Souza de Santana
Francisco de Assis da Silveira Gonzaga

Relatório Aprovado em ____/____/____

Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa – CCT/DEAg
Responsável pela Disciplina

Campina Grande
Agosto, 2010

1. INTRODUÇÃO

Os estudos referentes a sensoriamento remoto e SIG são por demais variados, pois através deles é possível obter respostas rápidas sobre uma determinada área e assim inferir sobre o assunto mais profundamente. O processamento digital de imagens (PDI), é uma área contida no sensoriamento remoto que permite a elaboração de mapas temáticos relativos à área de estudo que se propõe a estudar e através do mesmo, obtêm-se respostas satisfatórias de uma realidade que pode ser comprovada com estudos de campo. Processar dados obtidos a partir de uma imagem de satélite segue algumas etapas, como identificação do problema, delimitação da área em estudo, extração das áreas de interesse como vegetação, corpos de água, solo exposto e destino final destas informações.

As análises efetuadas na disciplina de PDI consistiram em verificar as imagens do satélite Landsat 5 dos anos de 1989 e 2007 da cidade de Campina Grande no estado da Paraíba e através destas análises foi possível verificar as perdas ou acréscimo da cobertura vegetal e solo exposto, além de configurar o estado dos corpos de água e a evolução da zona urbana, obtendo uma análise fotointerpretativa geral da cidade. Levando em consideração todas estas análises, as informações foram processadas pelo *software* Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Partindo das informações obtidas no PDI realizou-se um estudo de campo via aparelho GPS, para montagem de um banco de dados com informações inerentes da ocupação do município de Campina Grande que irão ser inseridas no SIG. Com estas informações foi possível obter resultados que configuram a situação atual do município e apontar uma direção relativa à políticas públicas a serem adotadas.

A principal contribuição do sensoriamento remoto veio com as primeiras imagens orbitais do planeta terra. Desde então, o homem tem verificado uma grande degradação do meio ambiente terrestre provocado por uma visão consumidora e descartável dos recursos naturais como se fossem inesgotáveis poluindo o solo, a água, e o ar e deixando uma perspectiva negativa para as gerações futuras. Esta visão tem contribuído muito para o desenvolvimento sustentável. (ROCHA, 2000, p. 115)

4.1 Espectro Eletromagnético

De acordo com MORAES (1996) a energia eletromagnética pode ser ordenada de maneira contínua em função de seu comprimento de onda ou de sua frequência, sendo esta disposição denominada de espectro eletromagnético (Figura 2).

A energia eletromagnética é o meio através do qual os dados dos objetos são transmitidos ao sensor transformando-se através da sua frequência, intensidade e polarização em informação. As interações entre a radiação eletromagnética e os objetos variam ao longo do espectro eletromagnético. (ROCHA, 2000, p. 116)

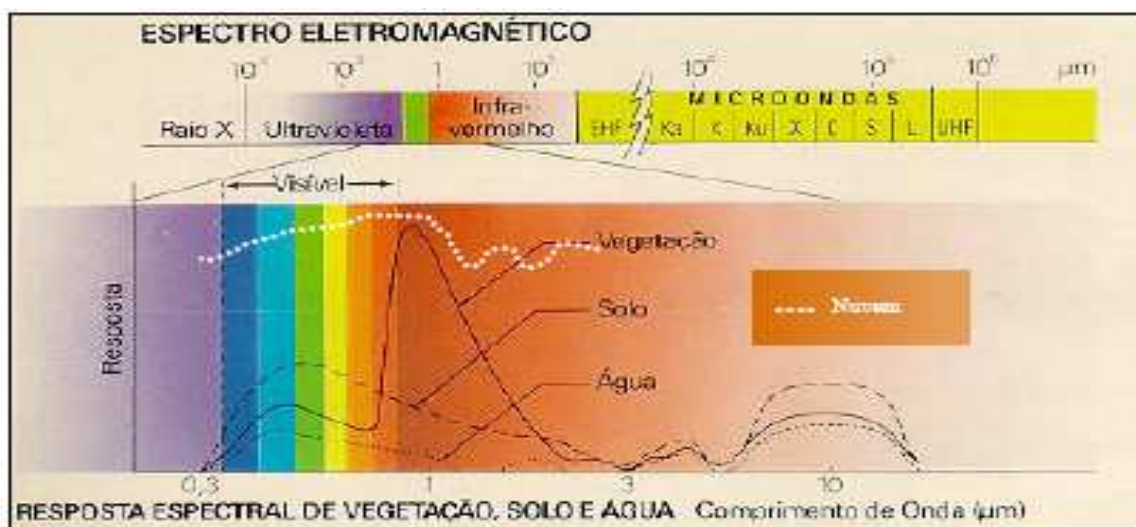


Figura 2 - O Espectro Eletromagnético
Fonte: Moraes, 1996

O espectro eletromagnético representa a distribuição da radiação eletromagnética, por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência. FLORENZANO (2002).

4.2 Sensores Remotos

O sensoriamento remoto tem evoluído muito ao longo do tempo com a inserção de novos satélites, satélites específicos para determinados estudos como estudos ambientais. Mas a maior evolução se dá nos sensores sendo mais potentes a cada dia.

A evolução do Sensoriamento Remoto através de sensores mais potentes, proporcionando imagens com resoluções cada vez melhores associadas a técnicas de extração de informação oriundas do processamento de imagens ampliou sua aplicabilidade a diversas áreas do conhecimento: Levantamento de Recursos Ambientais, Análise Ambiental, Geologia, Agricultura, Florestas, Estudos Urbanos, são algumas das áreas diretamente afetadas (ROCHA, 2000, p. 116).

Os Sensores Remotos são equipamentos que captam e registram a energia refletida ou emitida pelos elementos da superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

Os sensores remotos são dispositivos capazes de detectar a energia eletromagnética (em determinadas faixas do espectro eletromagnético) proveniente de um objeto, transformá-las em um sinal elétrico e registrá-las, de tal forma que este possa ser armazenado ou transmitido em tempo real para posteriormente ser convertido em informações que descrevem as feições dos objetos que compõem a superfície terrestre. (MORAES, 1996, p. 18)

Veja o que vem a ser o processo efetuado por um satélite:

Os satélites são veículos colocados em órbita da Terra e que promovem continuamente a aquisição de dados relacionados às propriedades primárias dos objetos. Por estarem a grandes altitudes (tipicamente entre 600 e 1.000 km) têm a capacidade de abranger em seu campo de visada uma grande porção de superfície terrestre. Ao mesmo tempo, como têm que orbitar ao redor da Terra, promovem uma cobertura que se repete ao longo do tempo, permitindo o acompanhamento da evolução das propriedades de reflexão ou emissão dos objetos e fenômenos. (EPIPHANIO, 1996 p. 10)

4.3 Processamento Digital de Imagens (PDI)

O PDI consiste na disciplina que envolve o desenvolvimento e uso de equipamentos, técnicas e algoritmos com o fim de melhorar ou modificar o aspecto visual das imagens digitais ou de interpretar o seu conteúdo, Leite (2006).

De acordo com Leite (2006) as áreas de possível atuação do PDI são, estudos ambientais, ciências médicas, história, arquitetura, publicidade, entre outras, e também algumas questões que podem ser resolvida com o PDI, por exemplo, em relação ao solo onde pode ser identificado os aspectos pedogenéticos, umidade e matéria orgânica, e com relação a vegetação que podemos identificar, tipo, estado fitossanitário, fase do ciclo vegetativo e aspectos fisiológicos.

O processamento digital de imagens pode ser dividido em três etapas independentes: **pré-processamento**, **realce** e **classificação**. O pré-processamento refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído. As técnicas de realce mais comuns em PDI são: **realce de contraste**, filtragem, **operação aritmética**, transformação IHS e componentes principais. Já as técnicas de classificação podem ser divididas em; **classificação supervisionada (por pixel)** e classificação não supervisionada (por regiões), (INPE, Arquivo de Ajuda do SPRING).

4.3 Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

O geoprocessamento em muitos casos é confundido com SIG, sendo que na realidade o SIG é uma parte importante do geoprocessamento, como veremos melhor mais adiante.

Segundo Assad e Sano (1998), o termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) refere-se aqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e dos formatos apresentados.

De acordo com estes mesmos autores, o requisito de armazenar a geometria dos objetos geográficos e de seus atributos representa uma dualidade básica para SIG. Para cada objeto geográfico, um SIG necessita armazenar seus atributos e as várias formas de representações gráficas associadas. Devido a sua ampla gama de aplicações, onde estão incluídos temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG:

- a) Como ferramenta para produção de mapas
- b) Como suporte para análise espacial de fenômenos; ou
- c) Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

A partir deste conceito, 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 3).

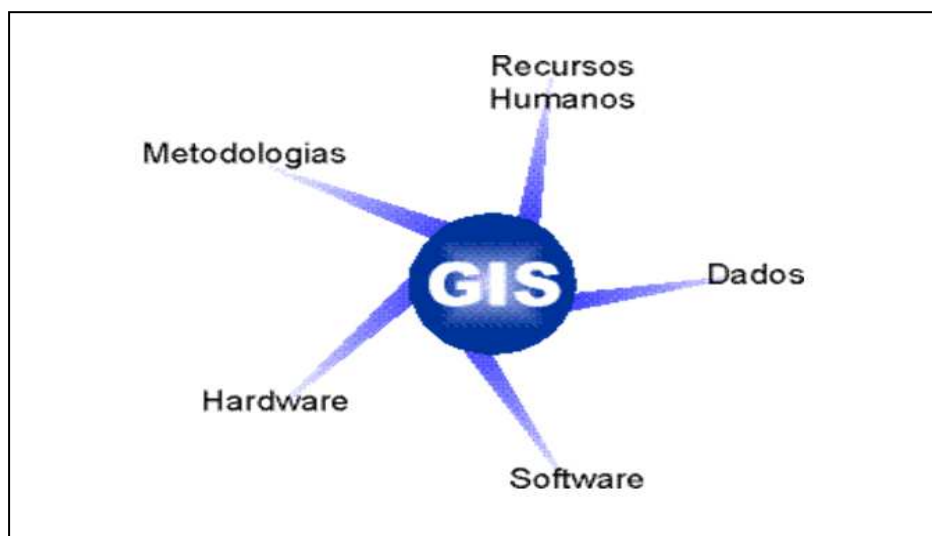


Figura 3 - Componentes de um SIG
Fonte: Câmara, 2002

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)

A arquitetura vem mostrar uma interface da entrada e integridade dos dados, gerência dos dados espaciais, visualização para uma consulta e análise dos dados espaciais, (Figura 4).

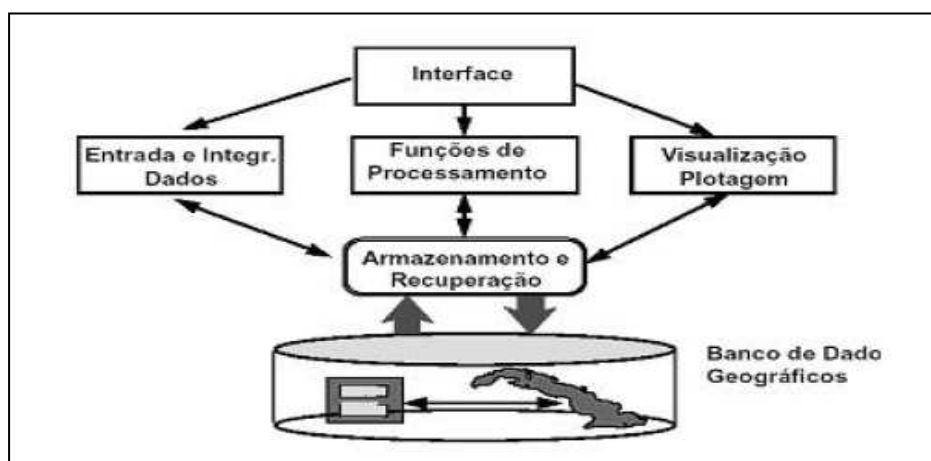


Figura 4 - Arquitetura de Sistemas de Informações Geográficas
Fonte: Câmara, 1998

5. MATERIAL E MÉTODO

5.1 - Material

5.1.1 – Imagem orbital

As imagens adquiridas para esta pesquisa foram coletadas do site do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) dos anos de 1989 e 2007, e tem as seguintes características:

Tabela 1: Características dos produtos orbitais utilizados.

CARACTERISTICAS	IMAGENS	
ANO	1989	2007
SATELITE	Landasat 5	Landsat 5
SENSOR	TM	TM
PATH	214	214
ROW	65	65
DATA DE PASSAGEM	10/07/1989	29/08/2007
ORBITA	28495	24960

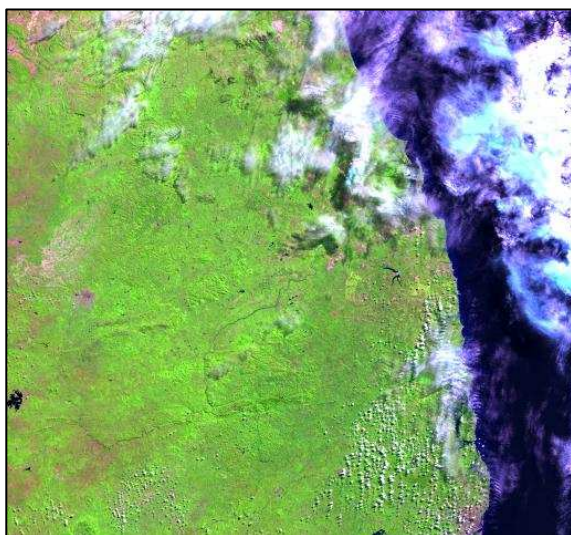


Figura 5: Cena - 1989

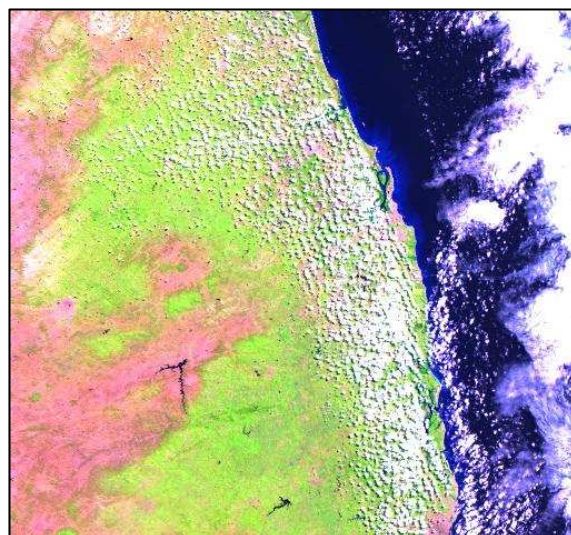


Figura 6: Cena - 2007

5.1.2 – Sistema computacional e software

O suporte computacional utilizado consistiu em um PC Pentium 2 com processador Dual Core de 2 MB de RAM e as informações foram processadas no *software* SPRING do INPE.

5.2 – Método

5.2.1 – Processamento Digital de Imagens

Com as imagens adquiridas criou-se um banco de dados no software SPRING determinando o retângulo envolvente a ser trabalho na área de projetos com o nome *CGrande* com as seguintes coordenadas (Figura 7):

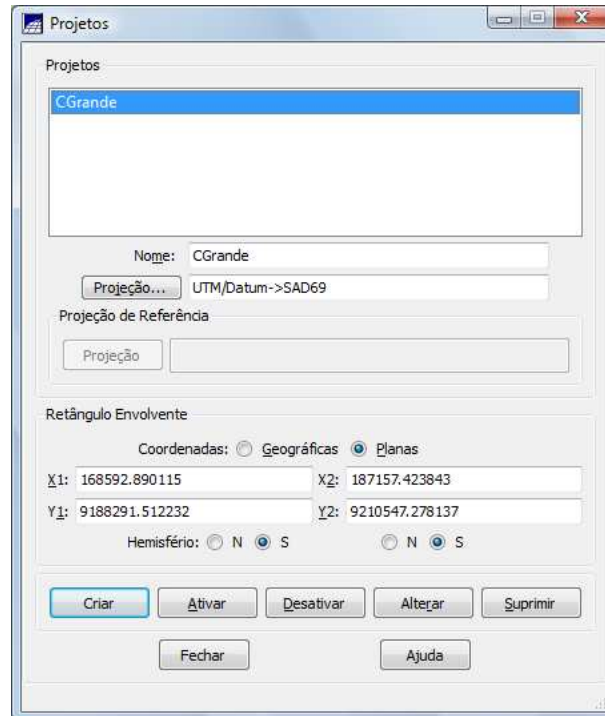


Figura 7 – Tela de Projetos

Com a delimitação da área de trabalho procedeu-se o manuseio das imagens com a utilização da plataforma Impima, que é um leitor de imagens. Através do Impima, as imagens foram transformadas em arquivos de extensão “.grib” que são chamadas de imagens a serem registradas. Este formato permite a importação das imagens no SPRING para que seja georreferenciada ou registrada.

Com as imagens devidamente registradas importaram-se suas respectivas bandas, vale salientar que as bandas obedecem ao espectro eletromagnético onde cada uma é pertencente a uma parte da faixa do mesmo.

Faixa do Visível

Banda 1 (Azul): Tom de cinza que dá para identificar alguns pontos da imagem

Banda 2 (Verde): Tom de cinza mais escuro

Banda 3 (Vermelho): Tom de cinza escuro na vegetação, na zona urbana, tom de cinza mais claro em estrada e áreas de cultivo.

Infravermelho Próximo

Banda 4: Tom de cinza claro, com comprimento de onda grande e absorvível e ajuda a identificar aluviões.

Infravermelho Médio

Banda 5: Tom de cinza, ajuda a identificar áreas úmidas.

Infravermelho Médio mais Distante

Banda 7: Tom de cinza escuro (lembra a banda 3) e assim como a banda 5 ajuda na identificação de áreas úmidas.

Com a caracterização das bandas definidas procedeu-se a análise das mesmas para compormos uma imagem que apresentassem mais claramente a realidade da área em questão e assim escolheu-se a composição **B5**, **B4** e **B3**. Esta composição foi escolhida, pois as bandas em questão são as mais atuantes nos respectivos alvos a serem identificados: solo, vegetação e água.

Com as análises e a verificação em um plano geral dos alvos a serem estudados, necessitou-se da separação do mesmo para a confecção de um mapa de uso da terra. Para uma separação consistente utilizou-se o **processo** de segmentação que consiste na separação dos pixels em áreas homólogas, mas para que a segmentação seja adequada foi necessário utilizar a técnica do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), que pode separar claramente os alvos. O IVDN consiste da seguinte fórmula: $C = \text{Ganho} * (A-B)/(A+B) + \text{offset}$, onde: $A = B4$ e $B = B3$, os fatores de ganho e offset se refletem a obter uma melhor visualização da imagem, deixando-a mais nítida. (Figuras 8 e 9)

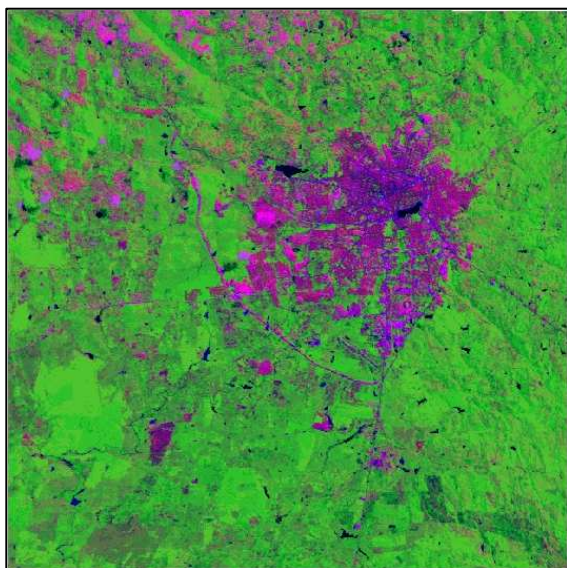


Figura 8: IVDN - 1989

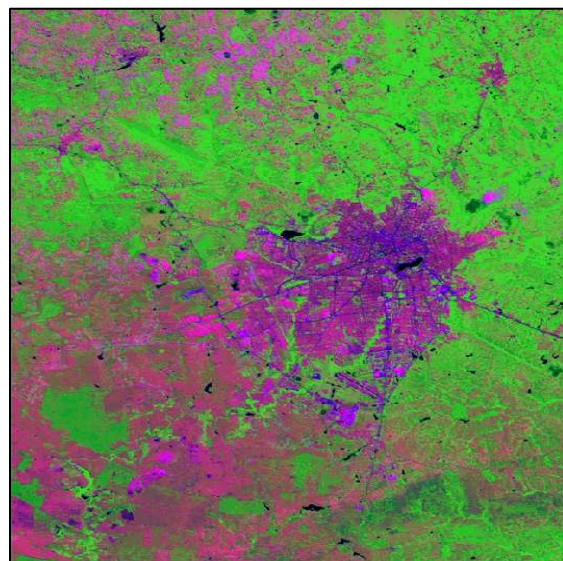


Figura 9: IVDN - 2007

Com os produtos IVDN foi possível verificar que ocorreu uma perda de vegetação do ano de 1989 a 2007. Isto pode ser devido à ocupação urbana ou desmatamento para pecuária e agricultura.

De posse da separação dos alvos por IVDN, iniciou-se o processo de classificação que foi efetuado da seguinte forma:

a. Escolha das classes:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| - Água | - Sombra |
| - Nuvem | - Vegetação Densa |
| - Solo Exposto | - Vegetação Semi-Densa |
| - Solo com Vegetação Rala | - Zona Urbana |

Vale ressaltar que as classes nuvem e sombra são provenientes das imagens proporcionadas pelo clima da região.

b. Aquisição de amostras

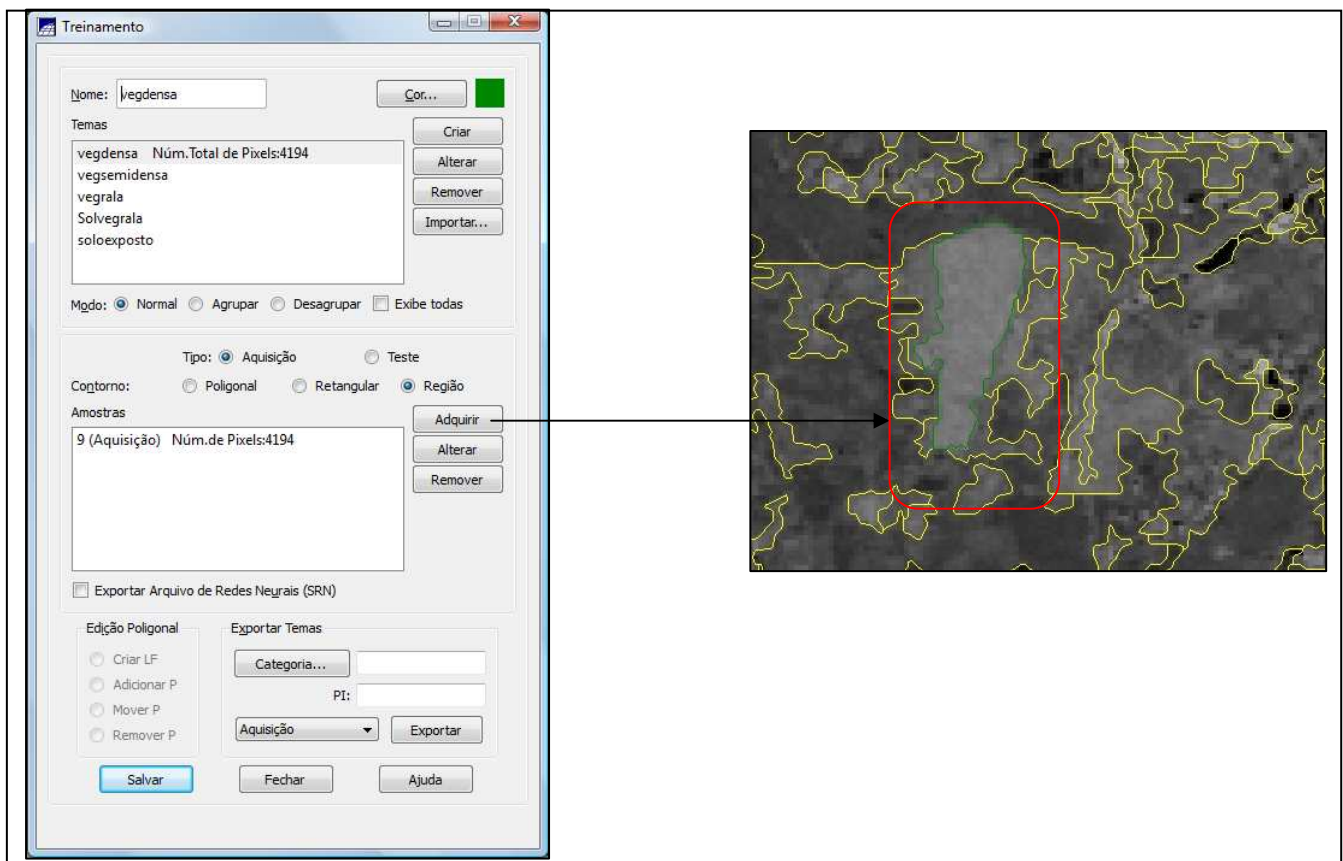


Figura 10: Treinamento

Com as respectivas coletas finalizadas gerou-se um mapa temático que posteriormente foi convertido em vetores para realizar cálculos de áreas e confeccionar os mapas na plataforma Scarta.

Outra fase importante para a análise dos alvos foi efetuada com a leitura de pixel, determinando o comportamento espectral de cada alvo nos anos de 1989 e 2007.

5.2.2 – SIG

A fase de SIG foi desenvolvida, após do estudo de campo através de pontos, via aparelho GPS e material fotográfico. Inseriram-se os pontos e as fotos no SPRING, dentro de um banco de dados com as seguintes informações:

- Coordenadas
- Local
- Vegetação
- Situação

Inicialmente, criou-se um plano de informação do tipo cadastral como atributos de objetos dos 15 pontos relativos aos locais visitados. (Figura 11).

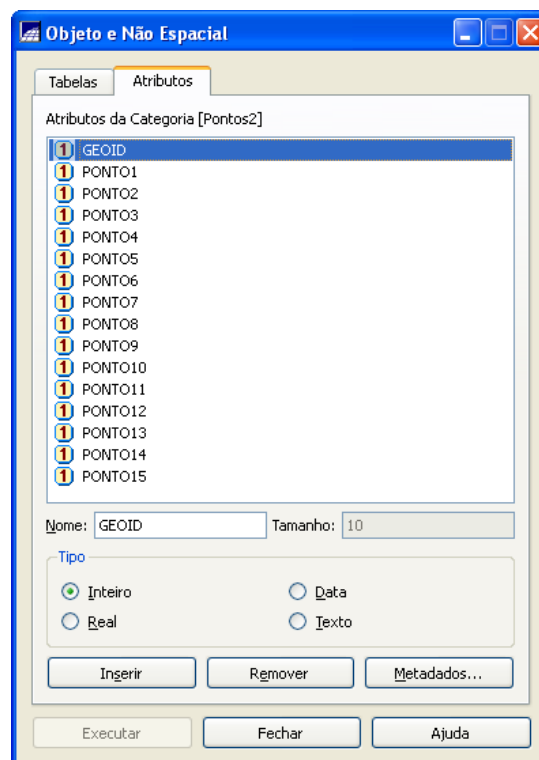


Figura 11: Inserção de atributos ao objeto

Após esta etapa de configuração concluída, procedeu-se a inserção dos pontos via texto através das coordenadas UTM obtidas via aparelho GPS.

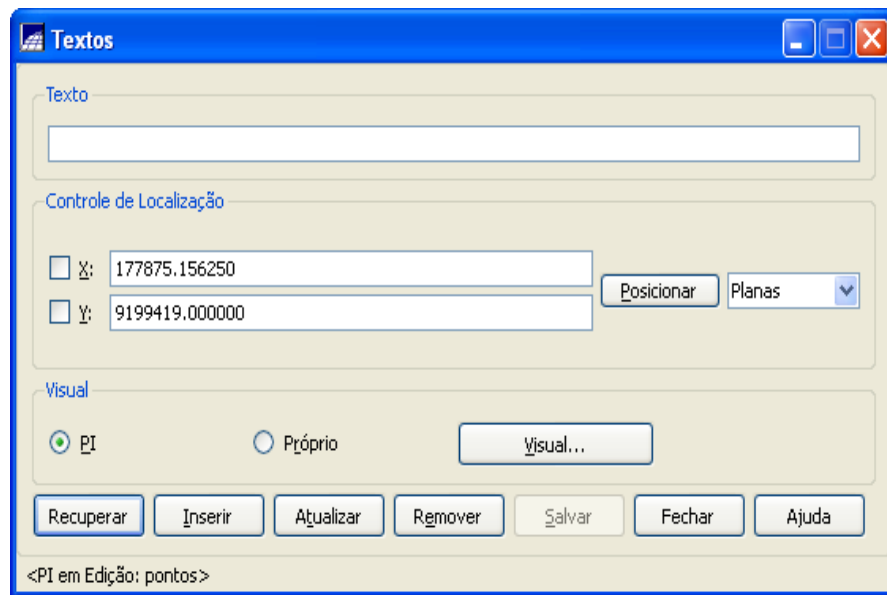


Figura 12: Inserção dos pontos via texto

As coordenadas inseridas foram as seguintes:

Tabela 2: Pontos de Campo.

Pontos	Coordenadas	
	X	Y
1	179007	9201602
2	179358	9201400
3	178961	9201932
4	177903	9201364
5	177479	9201636
6	176970	9201998
7	176792	9201650
8	174582	9202154
9	174316	9201632
10	174840	9200938
11	174913	9199368
12	175407	9198734
13	175793	9197776
14	177687	9195966
15	182932	9198176

Estão distribuídas da seguinte forma na área de estudo:

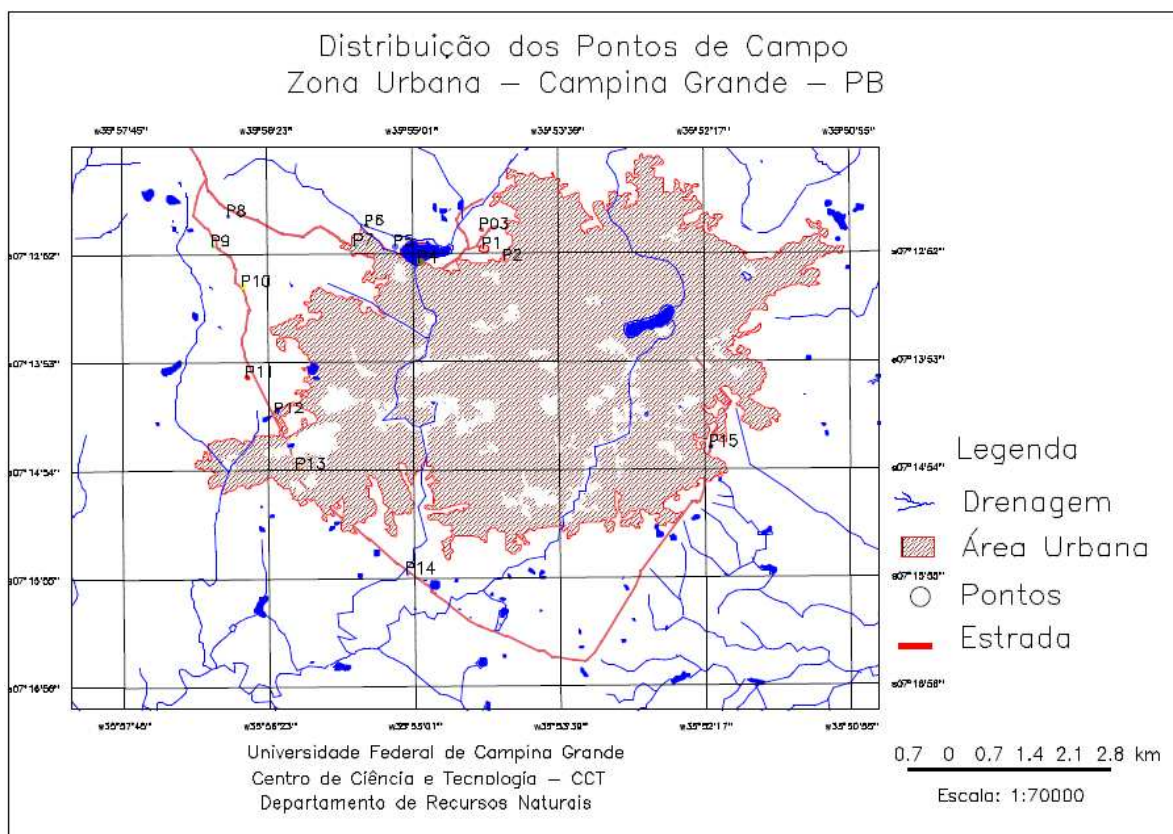


Figura 13: Pontos do Campo

Com a inserção dos pontos, partiu-se para a edição dos mesmos, associando um polígono aos pontos inseridos, para assim associá-lo ao banco de dados com as respectivas informações (Figura 14).

Editar Objetos

Objeto... Pontos2

Manipulação de Objetos

☐ Rótulo = Nome Rótulo: Nome:

	NOME	ROTULO	PONTO1	PONTO2	PONTO3	PONTO4	PC
1	Ponto1	Ponto1	0	0	0	0	0
2	Ponto2	Ponto2	0	0	0	0	0
3	Ponto3	Ponto3	0	0	0	0	0
4	Ponto4	Ponto4	0	0	0	0	0
5	Ponto5	Ponto5	0	0	0	0	0
6	Ponto6	Ponto6	0	0	0	0	0
7	Ponto7	Ponto7	0	0	0	0	0
8	Ponto8	Ponto8	0	0	0	0	0

Associação a Representações Gráficas

Operação: ☒ Associar ☐ Dissociar ☐ Selecionar da Tela

Entidade: ☒ Ponto ☐ Linha ☐ Polígono

Fechar Ajuda

Selecione um objeto.

Figura 14: Edição dos Objetos

Com isto posto, chegou-se à seguinte fase de inserção das informações através da interface apresentada a seguir.

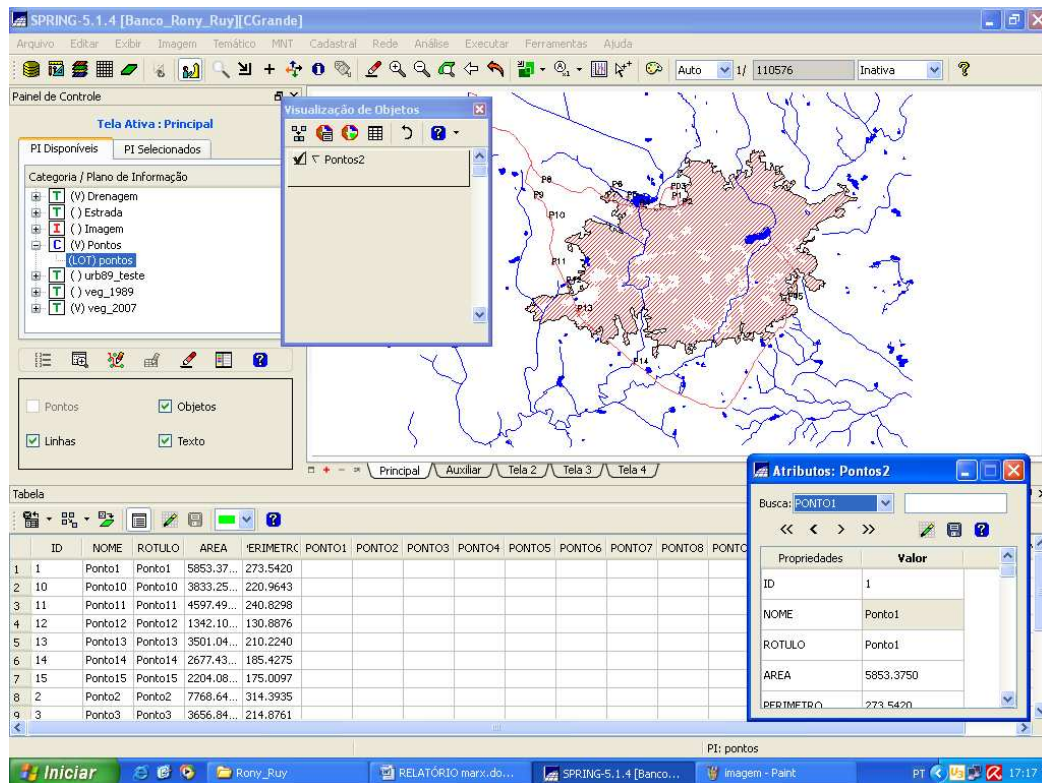


Figura 15: Tela de manipulação do banco de dados

6. RESULTADOS

No processamento digital das imagens obtiveram-se os seguintes resultados:

6.1 Leitura de Pixel

A leitura de pixel efetuada na área de estudo consistiu na análise de três alvos: água, vegetação e solo.

Foram coletadas as leituras de dez pontos de cada alvo para rastrear o comportamento espectral das respectivas bandas, 1, 2, 3, 4, 5, e 7. Todos os pontos basearam-se em coordenadas específicas para todas as imagens, caracterizando o mesmo local.

6.1.1 Água

As informações inerentes aos corpos de água apresentaram aspectos de baixa qualidade, ou seja, uma água poluída devido à má utilização dos mananciais e dos solos do município.

As análises acerca dos mananciais hídricos superficiais(açudes) foram distribuídas em vários locais do município, tendo uma boa interpretação do que ocorre nas águas. Na Tabela 2 observamos as bandas 5 e 7 que caracterizam umidade e a banda 3 que reflete possíveis materiais em suspensão nos açudes.

Tabela 2: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Água (1989).

CORPOS DE ÁGUA - CAMPINA GRANDE - 1989								
COL/LIN	AÇUDES	B1	B2	B3	B4	B5	B7	
443/224	1	54	23	18	11	4	1	
309/180	2	55	25	24	7	1	0	
217/383	3	78	48	57	14	3	1	
371/582	4	51	22	22	8	5	0	
373/477	5	55	24	24	8	8	0	
72/545	6	78	47	64	22	2	0	
99/345	7	51	23	18	11	3	0	
323/110	8	54	22	21	8	6	2	
569/268	9	57	29	25	30	9	2	
505/377	10	51	21	20	8	7	1	

Entre as atuações das bandas destaca-se a banda 1 que apresentou picos nos pontos 3 e 6, devido a banda refletir mais a água. É normal que seus valores de reflectância sejam altos, pois mostram que os pontos 3 e 6 são os que podem estar em melhor qualidade. Analisando dois pontos conhecidos 1 (Açude Velho) e 2 (Açude de Bodocongó), eles apresentam índices baixos, mostrando alta absorvância nas bandas 5 e 7, caracterizando uma deficiência naquele corpo poluído, comprovado pela reflectância nas bandas 2 e 3, resumindo o que estes dois mananciais apresentam com deficiências com presença de sedimentos (Figura 16).

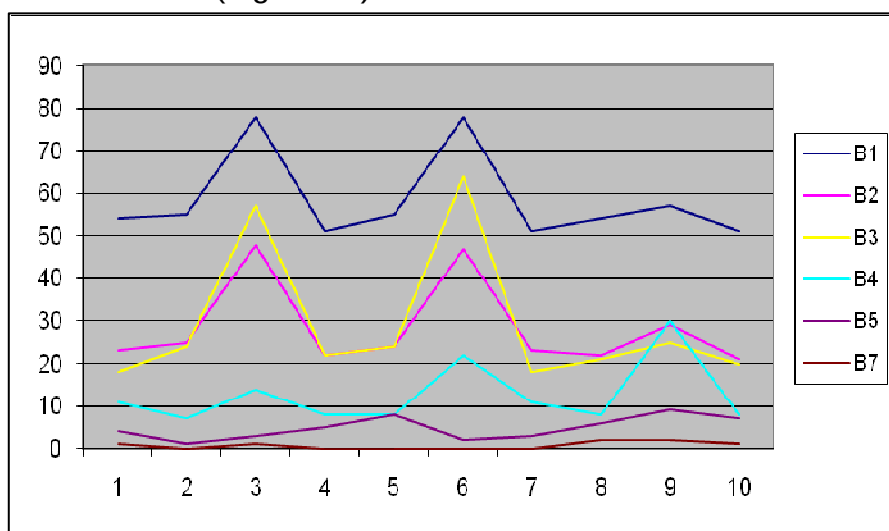


Figura 16: Gráfico comportamento especial – Água 1989

No ano de 2007 tem alguns aspectos interessantes a serem discutidos que diferem do ano de 1989.

Tabela 3: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Água (2007).

CORPOS DE ÁGUA - CAMPINA GRANDE - 2007								
COL/LIN	AÇUDES	B1	B2	B3	B4	B5	B7	
446/340	1	67	26	19	11	6	4	
306/299	2	67	24	19	10	6	4	
218/504	3	74	32	29	11	14	7	
368/709	4	67	31	22	15	12	3	
373/599	5	69	26	21	14	11	7	
81/650	6	76	27	26	14	10	6	
99/464	7	69	30	23	17	14	9	
319/231	8	70	32	30	22	17	7	
579/371	9	68	28	22	20	23	9	
513/483	10	66	25	20	9	22	10	

Ao analisarmos as bandas 5 e 7, percebemos, basicamente, o mesmo comportamento, onde a diferença mostra que a banda 5 refletiu mais que a banda 7.

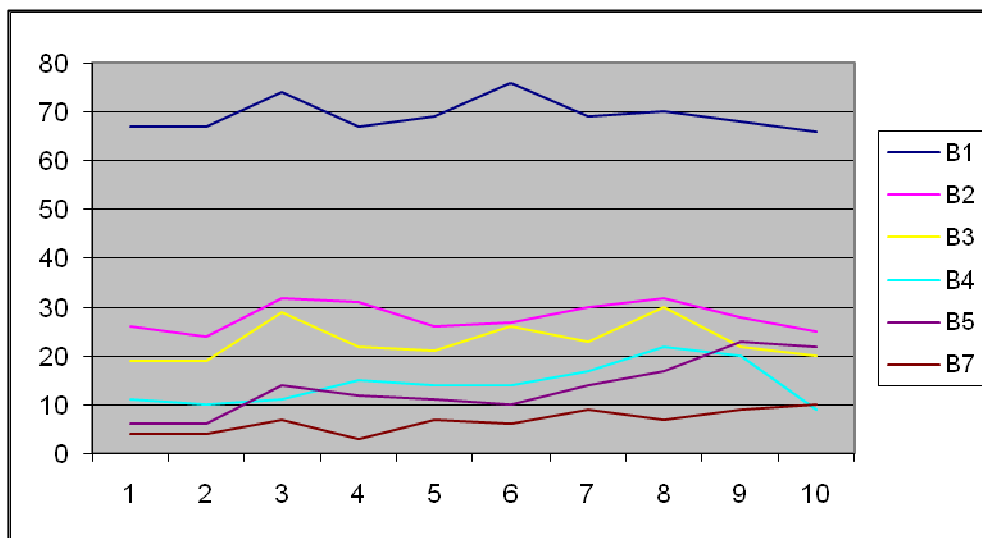


Figura 17: Gráfico comportamento espectral – Água 2007

As bandas 2, 3 e 4 não tiveram altos picos de reflectância, caracterizando que pode ter ocorrido uma recuperação destes mananciais neste ano.

6.1.2 Vegetação

Uma das características da vegetação é a alta reflectância na banda 4. As informações seguintes mostram uma maior presença de vegetação no ano de 1989, insinuando que houve uma perda de vegetação, que pode ter ocorrido devido a desmatamento, aumento da ocupação urbana e etc.

Tabela 4: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Vegetação (1989).

VEGETAÇÃO - CAMPINA GRANDE - 1989							
COL/LIN	VEGETAÇÃO	B1	B2	B3	B4	B5	B7
60/427	1	52	22	16	80	61	13
45/483	2	57	32	25	101	76	17
593/496	3	54	30	23	108	79	15
312/461	4	59	29	22	119	60	12
197/386	5	54	27	22	96	75	17
204/357	6	55	25	23	69	67	15
188/286	7	54	25	21	79	69	14
505/141	8	54	33	24	99	59	10
553/105	9	53	26	21	115	88	18
190/55	10	55	27	23	74	61	13

Apesar do mês de julho, período de coleta da imagem, ser um período onde as chuvas acontecem com frequência houve uma absorção considerável, caracterizando pouca umidade.

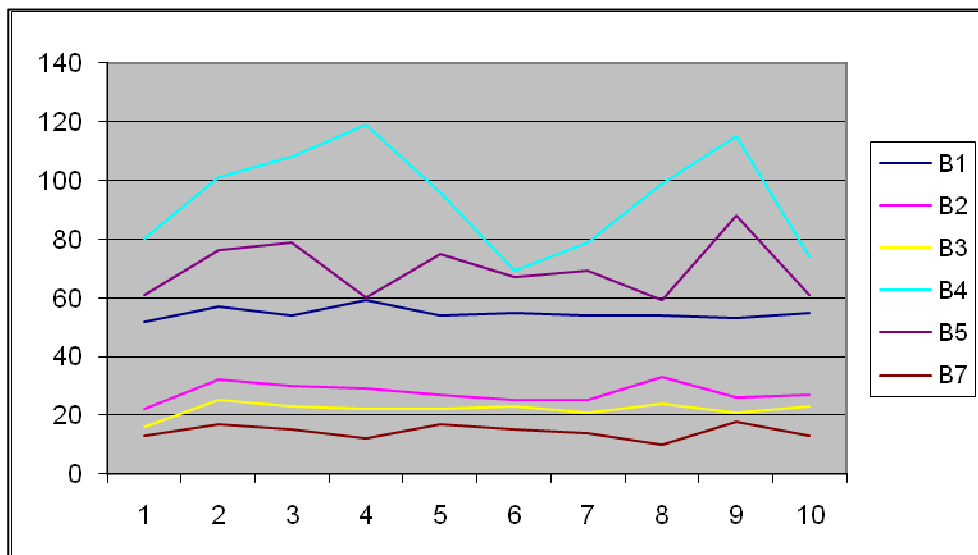


Figura 18: Gráfico comportamento espectral – Vegetação 1989

Os picos nos pontos 4 e 9 na banda 4 reflete um área de vegetação mais densa. As bandas 5 e 7 apresentam alta umidade no ponto 9 em compensação, no ponto 4 tem-se uma inversão ocorrendo uma absorção maior, isto pode ser característica da vegetação da área, como por exemplo, áreas de Algarobas (*Prosopis Juliflora*).

Analisando o ano de 2007, tem-se altas taxas de umidade, caracterizando um período de chuva recente.

Tabela 5: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Vegetação (2007).

VEGETAÇÃO - CAMPINA GRANDE - 2007								
COL/LIN	VEGETAÇÃO	B1	B2	B3	B4	B5	B7	
64/533	1	74	33	29	69	68	28	
49/590	2	80	37	38	60	115	55	
593/582	3	78	37	37	64	98	43	
311/575	4	89	42	48	75	107	51	
195/508	5	92	42	51	64	143	74	
205/477	6	88	42	47	68	133	65	
185/399	7	81	42	48	66	134	62	
499/273	8	74	31	24	83	76	24	
558/160	9	77	37	35	85	90	38	
585/117	10	75	37	28	99	86	23	

A banda 1 também nos mostra que as regiões inerentes apresentam um grande teor de água na vegetação. Em compensação a banda 4 que indica índices foliares mais altos, está no ponto 10 que por sua vez, tem um alta absorção nas bandas 3 e 7. Isto pode ser uma área com grande teor de umidade ou áreas de solos de cultivo agrícolas.

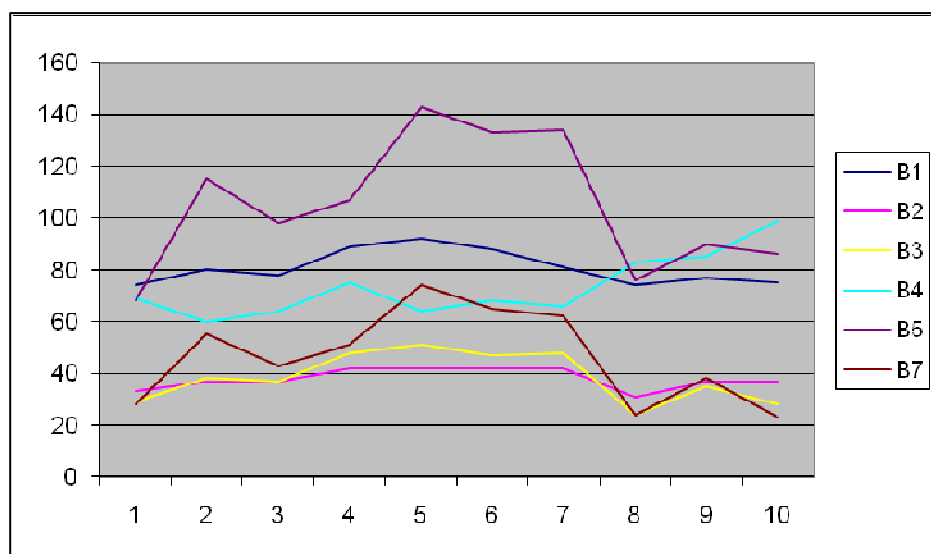


Figura 19: Gráfico comportamento espectral – Vegetação 2007

6.1.3 Solo Exposto

No ano de 1989 a banda 3 apresentou uma alta absorção característica dos solos expostos, mas em algumas bandas ocorreu alguns aspectos a serem considerados.

Tabela 6: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Solo Exposto (1989).

SOLO - CAMPINA GRANDE - 1989							
COL/LIN	SOLO	B1	B2	B3	B4	B5	B7
21/474	1	66	33	40	48	113	47
66/192	2	71	37	47	62	119	44
155/114	3	78	43	58	63	131	57
107/30	4	92	52	70	78	159	72
211/44	5	77	41	69	75	155	66
381/8	6	81	39	54	52	114	48
166/478	7	64	33	40	46	82	29
261/330	8	97	58	80	81	141	65
350/462	9	84	51	76	65	130	55
453/484	10	64	32	38	41	100	36

A banda 5 e 7 apresentaram altas absorções principalmente no ponto 7, onde esta alta umidade pode ser devido ao cultivo agrícola. A alta reflectância no ponto 4 demonstra pouca umidade, com um solo mais seco e extremamente exposto.

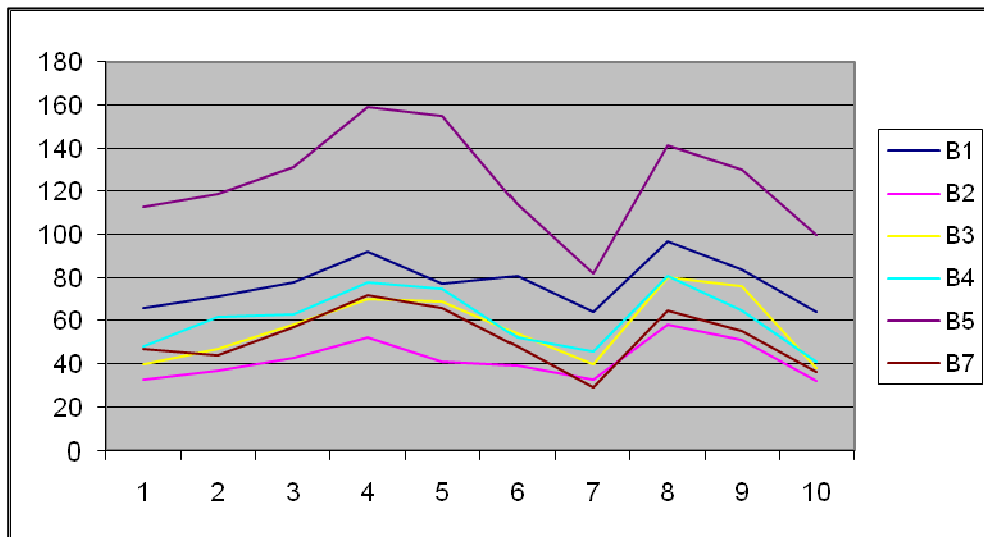


Figura 20: Gráfico comportamento espectral – Solo Exposto 1989

No comportamento espectral do ano de 2007, existe uma inversão. Em destaque o ponto 7 que caracteriza um provável desmatamento nesta área. Impactos antrópicos são

os maiores problemas destas inversões. A presença do homem no meio ambiente é prejudicial e danoso.

Tabela 7: Tabela de comportamento espectral dos alvos – Solo Exposto (2007).

SOLO - CAMPINA GRANDE - 2007							
COL/LIN	SOLO	B1	B2	B3	B4	B5	B7
21/579	1	91	43	50	62	145	72
66/326	2	94	49	54	77	155	85
155/242	3	86	45	52	89	140	78
89/180	4	101	55	61	87	153	72
212/265	5	78	39	39	85	107	53
382/129	6	78	36	33	91	92	37
167/599	7	134	68	83	78	163	100
262/451	8	97	44	48	62	99	55
351/583	9	83	41	41	64	126	57
454/605	10	99	49	53	74	139	72

Deve ser observado neste mesmo ponto, a atuação da banda 3 que se sobressai em relação à banda 4, caracterizando um perda de vegetação, influência maior do solo exposto. Isto é muito comum em áreas abertas com poucos exemplares arbóreos e alguns arbustos espalhados e distantes uns dos outros.

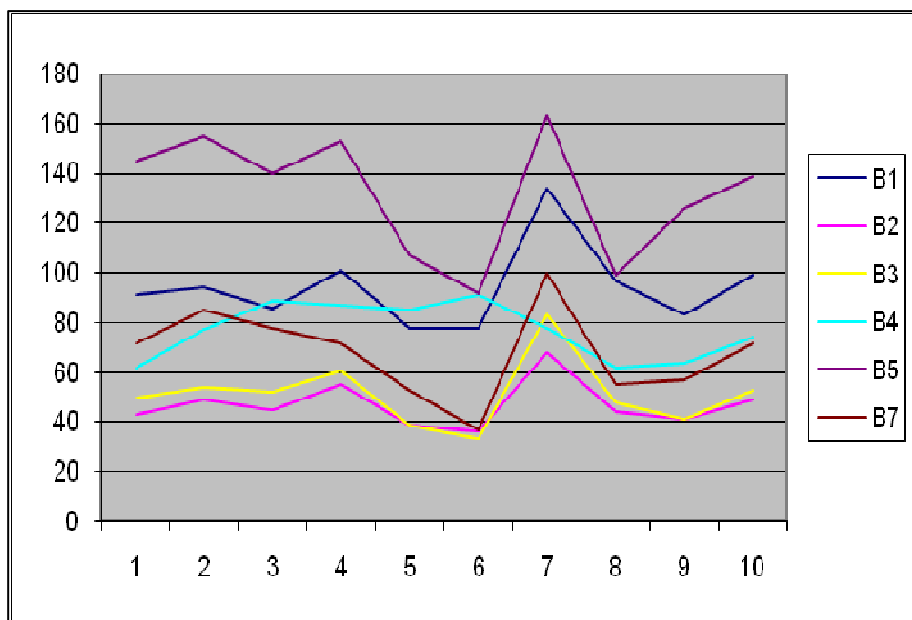


Figura 21: Gráfico comportamento espectral – Solo Exposto 2007

6.2 Mapa Foto interpretativo de Uso do Solo

Os mapas elaborados a seguir são provenientes das análises discutidas no capítulo interior e apresentam quantificações relativas às classes definidas neste trabalho (Tabela 8).

Tabela 8: Quantificação das classes de uso do solo.

	Unidade	Ano	
Classes		1989	2007
Água	Km ²	0.495	2.781
Área Urbana	Km ²	26.713	34.857
Solo Exposto	Km ²	58.173	5.283
Solo Vegetação Rala	Km ²	70.107	61.272
Vegetação Rala	Km ²	76.516	96.772
Vegetação Semi Densa	Km ²	59.468	122.022
Vegetação Densa	Km ²	53.177	88.452

Ocorreu um aumento dos mananciais e uma expansão urbana, algo que caracteriza o crescimento populacional do município. A queda de áreas de solo expostos pode ser devido à ocupação urbana ou a intensificação agrícola e recuperação de áreas verdes. Este fato pode ser compreendido observando o índice na queda de solo com vegetação rala.

O aumento das áreas de vegetação é bem significativo, pode ser devido à característica pontual do clima, no momento da coleta da imagem.

A queda dos índices nas áreas de solo exposto no ano de 1989 com relação a 2007 se deve ao fato de ter ocorrido uma estiagem prolongada, proporcionando uma recuperação das áreas que antes eram degradadas.

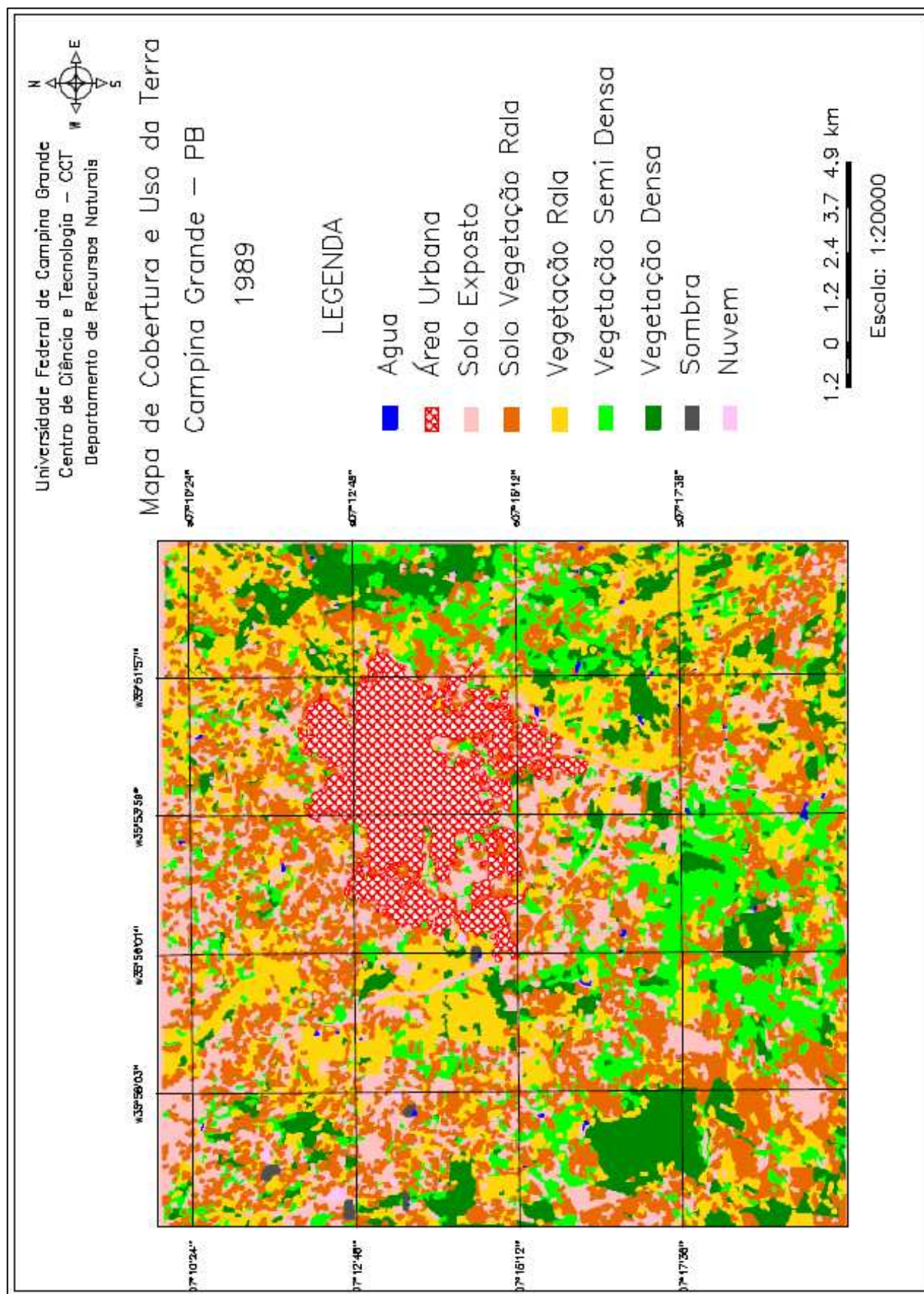


Figura 22 : Mapa de Uso da Terra - 1989

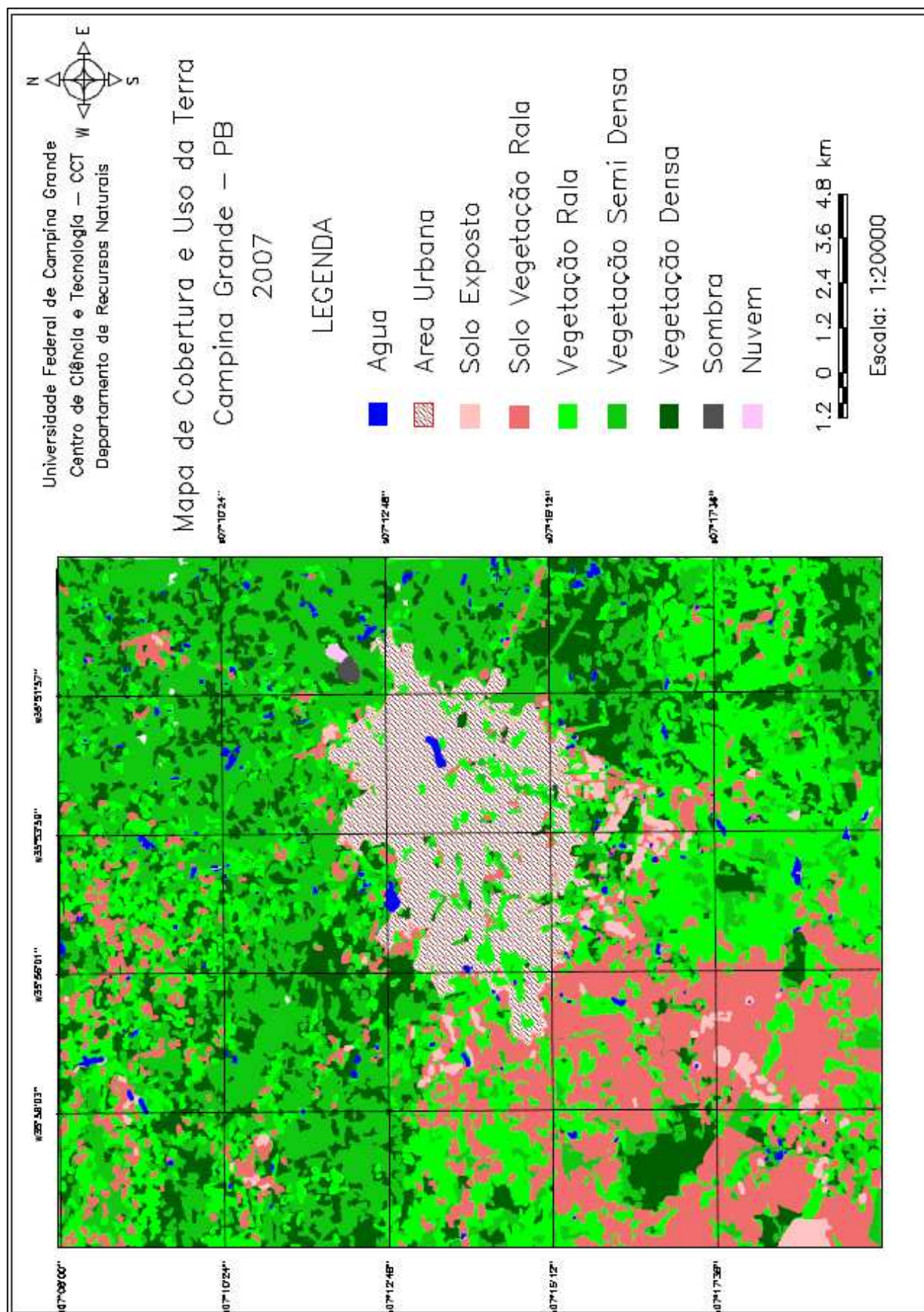
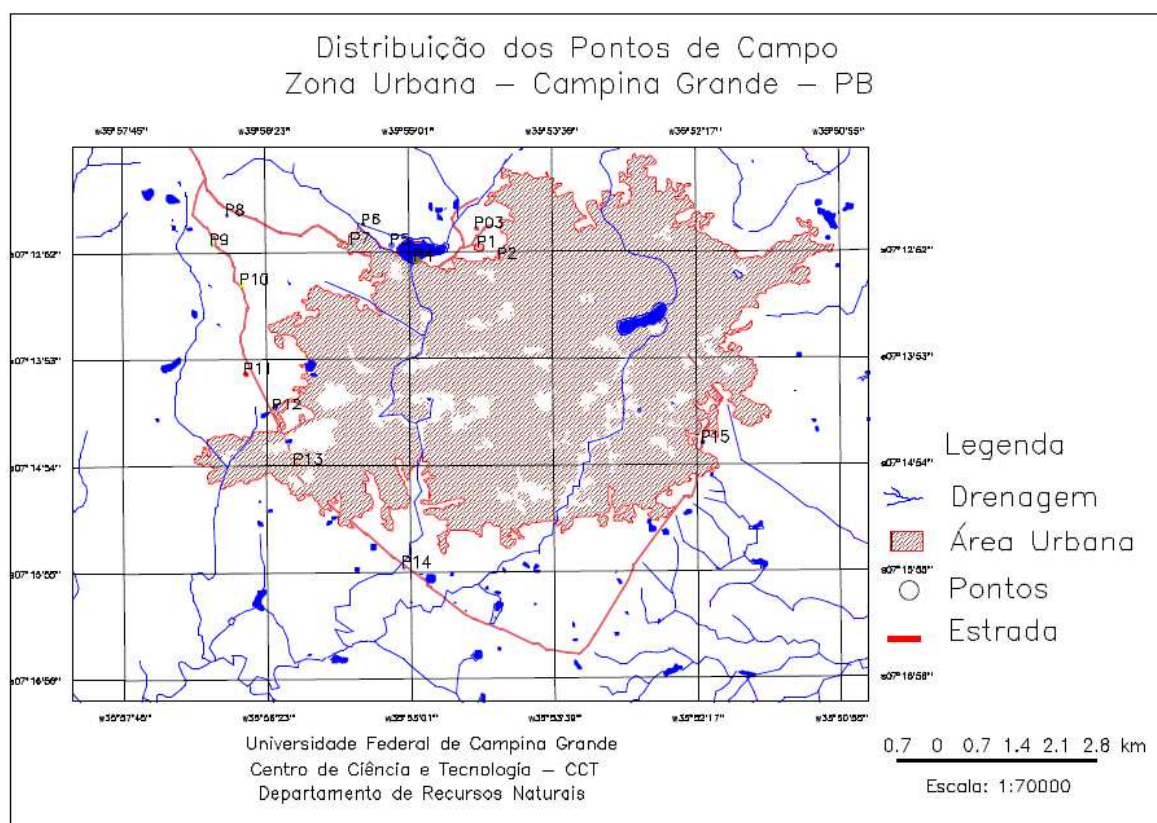


Figura 23: Mapa de Uso da Terra - 2007

6.3 Estudos de Campo

Iniciamos o estudo de campo a partir da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus I, definido pelo ponto 1. O ponto 2 mostra uma parte urbanizada do município de Campina Grande. A área inerente ao ponto 3 apresenta aspectos urbanos de solo e vegetação.



Ponto 2



Ponto 3

Figura 25: Área Urbana e Vegetação

A urbanização apresentada na figura acima (ponto 2) é um setor de saída do município para o interior do estado, (Rua Arrojado Lisboa) demonstrando quanto a cidade cresceu em função da proximidade da universidade. A área do ponto 3 é caracterizado por uma vegetação arbustiva rala.



Figura 26: Solo e Expansão Urbana

A figura 26 (Ponto 3 – A) apresenta uma vegetação rasteira seguida de um solo pouco espesso com fragmentos de rocha. No horizonte mais abaixo se observa uma rocha de caráter *metamórfico* com fraturas verticalizadas.

O Ponto 3 – B mostra a expansão urbana do município em torno do açude de Bodocongó.



Figura 27: Degradação do açude de Bodocongó

A ocorrência de desrespeito da população em relação à preservação do açude é evidente na figura 27. Ocorre a limpeza de caixas que conduzem frangos e deposição de lixos em suas margens.



Figura 28: Assoreamento do açude de Bodocongó

O assoreamento que ocorre no açude é devido a degradação em seu entorno, através de escoamento dos sedimentos da construção civil e péssimo manejo agrícola à montante de sua bacia. O acontecimento de tais práticas ocasionou a geração desta vegetação (Figura 28) que foi se expandindo ao longo dos anos.

Atualmente o município de Campina Grande passa por um processo de verticalização, onde áreas que deveriam ser preservadas estão se tornando residências. A Figura 29 (Ponto 6) apresenta este tipo de ocupação desordenada. Seguindo a linha do mesmo fator de complicação para o assoreamento do açude, temos a montante uma fábrica de material da construção civil (Ponto 7) que despeja seus dejetos em um riacho próximo, que contribui para agravar ainda mais a saúde do mesmo.



Figura 29: Fatores de assoreamento

Abaixo na Figura 30, temos um contraste de uma área antropizada (área urbana) com uma área preservada de vegetação arbustiva aberta com alguns exemplares arbóreos. O município continua se expandindo na porção noroeste, onde o relevo se apresenta de forma ondulada e suave.



Figura 30: Evolução Urbana (Ponto 8).

A Figura 31 relativa ao ponto 10, apresenta um exemplo de dobramento geológico, onde é possível verificar os flancos e o plano da charneira do mesmo. A rocha em questão é um *gnáisse* cujo o S_0 (plano) encontra-se dobrado identificando portanto, o S_1 (dobrado). Ao centro ela apresenta uma textura *granitizada* e sobre a mesma uma compressão, *crenulando* a rocha e formando uns pequenos dobramentos (Ponto 10 – B)



Figura 31: Dobramento Geológico

A Figura 32 caracteriza a área do lixão do município de completa estagnação em função de sua localização inadequada. Devido ao aumento do crescimento urbano e consequente evoluções na produção de lixo denotaram o saturamento daquela área.

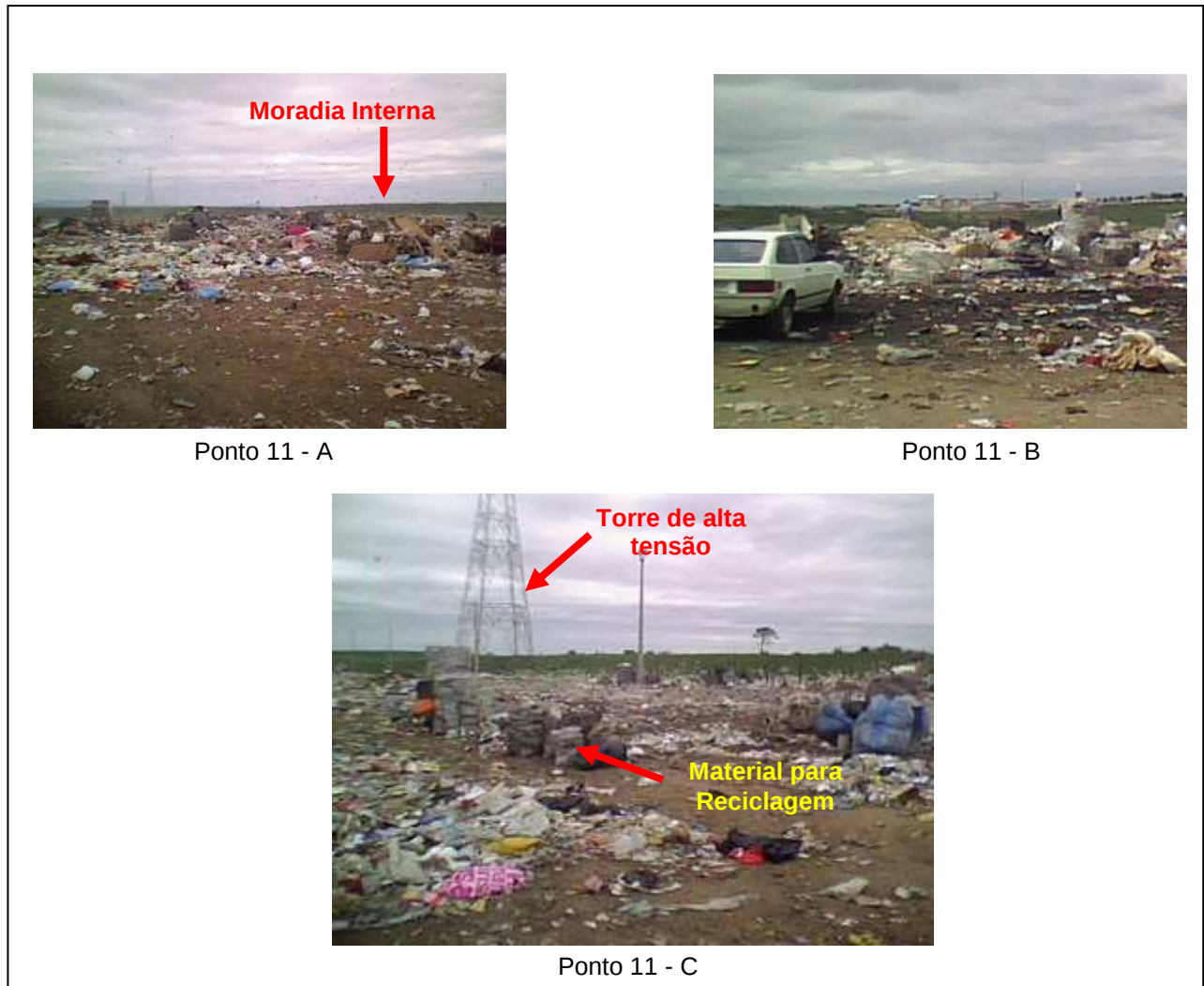


Figura 32: Lixão de Campina Grande

Destaca-se a presença de famílias de catadores residindo no local, a rede de alta tensão e materiais prontos para serem transportados para reciclagem. O vento forte exala mau cheiro trazendo, portanto a presença de urubus prejudicando a aviação local, devido a proximidade com o aeroporto.

Em decorrência da proximidade com o lixão, os mananciais a jusante estão prejudicados como pode ser visto na Figura 33. Há uma concentração de urubus no lado direito da foto. Eles bebem água e se alimentam de matérias podres. Vale ressaltar que o

lixão fica em torno de 800 metros desses mananciais e todo o seu *chorume* é direcionado para os mesmos, prejudicando os recursos hídricos da região.



Figura 33: Vale dos Urubus

A Figura abaixo é uma área de solo exposto e pedregoso extraído provavelmente para compor o aterro da estrada próxima. Contudo, a força da natureza proporcionou a recuperação da vegetação de forma lenta, com Juremas (*Acacia Jurema*) e Gramineas (*Arundinaria aristulata doell*) com aspecto raquítico.

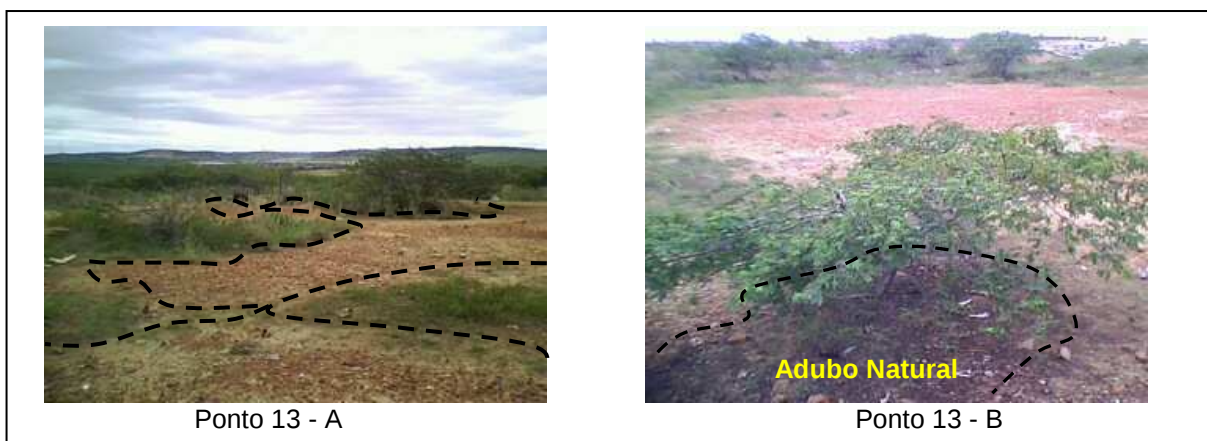


Figura 34: Área Degradada

Na Figura 34 (Ponto 13 – B), temos uma Jurema arbustiva raquítica que está em processo de crescimento lento devido ao impacto antrópico causado na área e ela se restabelece pela própria queda folhagem que funciona como adubo natural.

O impacto antrópico no município é muito grave, afetando os principais mananciais. Um destes é o riacho Bodocongó que recebe as águas vinda do açude de mesmo nome, ou seja, é um local que concentra muita poluição.



Figura 35: Riacho Bodocongó (Ponto 14)

A Figura 35 mostra um trecho do riacho Bodocongó sob a ponte na rodovia alça sudoeste com água poluída e mau cheiro, transportando esgoto e espumas esbranquiçadas provenientes da indústria local. Existe a presença de *Quelônios*, semelhantes a cágados, que é uma espécie animal característica da região que conseguem sobreviver neste tipo de ambiente.

Ao fim do estudo de campo, nosso roteiro foi próximo ao terminal rodoviário onde encontramos a falha geológica com seu formato de vale profundo em “V”, trazendo uma vegetação arbustiva densa. Esta feição é um efeito tectônico regional do embasamento cristalino com extensão quilométrica(Ponto 15 – A).



Figura 36: Fenda Geológica

A falta de ordenamento no crescimento urbano é caracterizada pela ocupação da área do vale da falha, situado do outro lado da rodovia (Ponto 15 – B), podendo acarretar problemas futuros de alagamentos, em função dessa invasão de drenagem urbana.

7. CONCLUSÃO

O município de Campina Grande se situa em uma região de clima semiárido, tem aspectos que devem ser levados em consideração para o ordenamento urbano. O lixão do município é um exemplo, pois ele deveria ser removido para uma área distante do núcleo populacional, que cresce rapidamente e ser substituído por uma gestão de coleta seletiva e compostagem, haja vista que o solo regional é de espessura pequena, impróprio para a construção de um aterro sanitário.

O clima semiárido é característico da área de estudo, onde sua vegetação e solo tem uma recuperação lenta, mas a natureza sempre encontra uma forma de se perpetuar, mantendo o equilíbrio.

A aplicação do sensoriamento remoto se mostrou de grande importância neste tipo de trabalho, pois auxiliou na identificação da evolução da ocupação do solo no município. Assim percebe-se que comparando os anos de 1989 e 2007 houve uma recuperação. E nos dias atuais existe o impacto antrópico acentuado crescente, sem a devida intervenção do poder público, no sentido de coibir práticas malignas que só degradarão o meio ambiente em questão de pouco tempo.

O processo de urbanização atingiu, no final do século XX e início do XXI, índices bastante elevados, de modo que na atualidade a população do planeta tornou-se majoritariamente urbana. Esta condição ocasiona uma série de novos e complexos problemas para a compreensão e gestão do espaço nas sociedades urbanas, sendo que aqueles de ordem sócio ambiental encontram-se destacados no contexto das cidades, particularmente daquelas de países em condições socioeconômicas de alta complexidade, como é o caso do Brasil (MENDONÇA, 2004).

A ocupação irregular de áreas urbanas promove a derrubada da vegetação que protege os morros, por exemplo, expondo o solo a processos erosivos. Assim, além de se colocar em risco a estabilidade do terreno, propicia-se também, o carreamento de

materiais pelas drenagens que atingirão as partes baixas da cidade, assoreando rios e contribuindo para o agravamento do problema de inundações. Uma adequada gestão de recursos naturais deve constituir uma preocupação básica para os países emergentes. Mais do que isso, a promoção de bem-estar humano e qualidade de vida para a população requerem um manejo consciente do capital natural, para que não venha a se degradar, em detrimento dessa qualidade.

Segundo Moura (2003), para que o gerenciamento urbano chegue ao nível de gestão é necessário promover constante atualização da base de dados, de modo a incorporar a variável tempo no processo, pois gestão acontece em escala temporal mais reduzida, na forma de acompanhamento da dinâmica urbana. As áreas urbanas no Brasil e na América Latina têm se caracterizado pelo aumento das dualidades, o que ocasiona diversos problemas sócio-econômicos e ambientais nas áreas menos favorecidas (RIBEIRO, 2004).

No tocante à categoria vulnerabilidade ambiental, foram construídos e analisados indicadores ambientais, relativos à proximidade de cursos d'água e à cobertura de esgoto. Assim, estão sendo levadas em conta duas dimensões da vulnerabilidade ambiental: a exposição ao risco ambiental, que corresponde à residência em áreas muito próximas de cursos d'água (a menos de 50 metros), representando risco de enchentes e doenças de veiculação hídrica (IHDP, 2001) e a exposição à degradação ambiental (ou má qualidade ambiental), que se refere à residência em áreas com baixa cobertura da rede de esgoto (JACOB, 1995).

A falta de uma infra-estrutura eficaz, principalmente nas grandes cidades, gera a causa e efeito de outro tipo de desastre: o desastre social. Uma das causas mais prováveis deste tipo de desastre no Brasil se deve à ausência de políticas públicas que direcionem uma melhor distribuição de renda, principalmente a nível regional. O crescimento desordenado das grandes cidades, a falta de acesso aos serviços básicos, a falta de condições de trabalho no campo, são, entre outras situações que conduzem ao aumento do desemprego, pobreza e miséria, que se expressam no processo de aumento na vulnerabilidade social, cada dia mais assentado para uma grande massa populacional. Estas vulnerabilidades econômicas, sociais, culturais e ecológicas, predispõem as populações para que estas sejam afetadas pelo impacto de determinadas ameaças físicas, naturais e sociais.

A este respeito, não se deve entender a vulnerabilidade ao desastre como algo em si mesmo, mas como um agente atrelado ao cotidiano das pessoas. As mudanças sociais,

culturais, econômicas, entre outras, influenciam o processo de vulnerabilidade através da compreensão dessas ameaças pelas populações. Essa compreensão possivelmente permitirá fazer uma avaliação de como enfrentar os desastres ou de suas possibilidades de evolução.

O ambiente social em que se vive atualmente, de tão vulnerável, que levou Puy (1995) a considerar esta época como a da "sociedade de riscos". Esta declaração chama a atenção para o processo de modernização que se passa atualmente. Como consequência de tais avanços, vive-se hoje em uma sociedade de riscos pois, apesar das inúmeras facilidades que o progresso tecnológico proporciona, ele trás consigo componentes resultantes dessa modernização que expõem fatos novos no cotidiano das pessoas, como a proliferação de fábricas e indústrias, sem políticas de tratamento dos seus materiais tóxicos

Porém, não é de hoje que as pessoas convivem com esses riscos em potencial. Na medida em que as sociedades vão evoluindo, os riscos de desastres vão ultrapassando os limites da tolerância nos planos ecológicos, médico, psicológico e social, no próprio desenvolvimento.

Segundo Puy (1995), os riscos atuais escapam da lógica do cálculo de risco e da seguridade de uma população. É a relação entre custo e benefício que o homem enfrenta no paradigma atual da sociedade de risco, ao optar pelo processo de modernização. A região nordestina aparece como uma das áreas mais críticas em relação aos desastres no Brasil. De um lado a seca, tida como uma das grandes calamidades dessa região acarreta gravíssimos problemas na produção agropecuária, e conseqüentemente, repercute nas condições de vida e no trabalho da população, intensificando migração campo-cidade e contribuindo para a formação de favelas, que por sua vez se constituem em zonas de risco.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, Eduardo D; SANO, Edson E., Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 1998

EPIPHANIO, José Carlos N.; Satélites de Sensoriamento Remoto, In: Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2000. cap. 2

FLORENZANO, Teresa G. Imagens de satélite para estudos ambientais, São Paulo:, São Paulo, Ed: oficina de textos, 2002

IHDP. Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, Bonn, n. 2, 2001.

JACOB, P. R. Moradores e meio ambiente na cidade de São Paulo. Cadernos CEDEC, São Paulo, n. 43, 1995.

LEITE, Eugenio P; Tratamento Digital de Imagens. João Pessoa: Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, 2006. Apostila

MENDONÇA, F. Risks, vulnerability and urban socio-environmental approach: a reflection on the CMA and Curitiba. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004. Editora UFPR.

MORAES, Elisabete C.; Fundamentos de Sensoriamento Remoto. In: Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2000. cap 1.

MOURA, A. C. M. "Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano". Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003.

PUY, A. (1995). Percepción Social de los Riesgos. Madrid: Fundación Mapfre. Rogge, J. (1992).

RIBEIRO, P. Informações Sócio-Econômicas da Cidade de Ribeirão Pires. Ribeirão Pires – a sua cidade. Fórum de Desenvolvimento Sustentável. Ribeirão Pires: Prefeitura Municipal, 2004.

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

"SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.