

Potencialidades das Imagens de Satélites para Avaliação Municipal: o caso de Piancó-PB

Rafael Barbosa Damasceno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB
Avenida 1º de Maio, 720 – Jaguaribe – João Pessoa (PB)
rafaelbarbosa1989@hotmail.com

Ridelson Farias de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB
Avenida 1º de Maio, 720 – Jaguaribe – João Pessoa (PB)
ridelsonfarias@yahoo.com.br

Resumo: *A pesquisa utilizou técnicas de geoprocessamento para demonstrar a possibilidade de se trabalhar em diferentes áreas do conhecimento, utilizando imagens orbitais gratuitas e de fácil acesso do município de Piancó-PB. O estudo tomou como base dados de sensores orbitais (imagens dos sensores CCD e HRC do CBERS-2B, como também imagens SRTM), técnicas de tratamento digital de imagens e trabalhos de campo auxiliados por receptores de GPS. Valendo-se destes dados e de técnicas do software SPRING (georreferenciamento, composições RGB, mosaico, fusão e classificação de imagens), apoiadas por uma descrição detalhada em campo, o trabalho possibilitou a geração de informações que são de grande valia para o planejamento econômico e o desenvolvimento sustentável da área municipal de Piancó-PB. Os resultados demonstraram que as imagens gratuitas garantem resultados satisfatórios em determinadas áreas de estudo, tais como: relevo, através da geração de mapas de declividade; ambientais, no estudo de degradação das vegetações existentes no município; transporte público municipal, com a digitalização das estradas; e recursos hídricos, com a identificação dos rios e açudes.*

Palavras-Chave: *Imagem de satélite; CBERS -2B; TDI; Sensoriamento Remoto; Piancó-PB.*

Abstract: *The research used GIS techniques, to demonstrate the possibility of working in different areas of knowledge, using satellite images free and easy access to the city of Piancó-PB. The study was based on data from orbital sensors (CCD image sensors and CBERS-2B HRC, as well as images SRTM), techniques of digital image processing and field work, aided by GPS receivers. Drawing on these data and techniques of SPRING (georeferencing, compositions RGB mosaic, fusion and image classification), supported by a detailed description in the field, the work enabled the generation of information which are of great asset for economic planning and sustainable development of the municipal area of Piancó-PB. The results showed that the images free guarantee satisfactory results in certain areas of study such as: relief, by generating maps of slope; environmental degradation in the study of vegetation in the municipality, municipal public transport, with the digitization of roads, and water resources, with the identification of rivers and dams.*

Keywords: *Satellite Image; CBERS-2B; TDI; Remote Sensing; Piancó-PB.*

1. Introdução

A cada dia que passa o ser humano procura conquistar cada vez mais o seu espaço no planeta. Como consequência, os ambientes vêm sendo explorados e adaptados para suprir as necessidades do homem. Para isso, estudos com base no espaço geográfico foram desenvolvidos e aperfeiçoados para permitir a correta realização destas buscas.

Uma das ciências que promove o sucesso dos trabalhos de exploração do espaço geográfico é o sensoriamento remoto - estudo que permite a obtenção de informações, a partir de imagens capturadas e registradas através da energia refletida pela superfície terrestre, obtidas sem que o alvo esteja em contato com o sensor. Por isso, a utilização desta técnica propicia aos estudos da Terra visões privilegiadas dos espaços geográficos a serem estudados.

Contando com os benefícios desta tecnologia, os gestores públicos investem nessas idéias para ajudar na preservação ao meio ambiente e no planejamento urbano dos seus municípios. Porém, às vezes, os projetos de sensoriamento remoto não são economicamente viáveis, devido ao alto preço das imagens de satélite.

Nesse contexto, é importante ressaltar que, atualmente, existem imagens disponibilizadas gratuitamente, as quais viabilizam projetos desse tipo.

Com intuito de garantir estudos com um bom nível de precisão e economicamente viáveis, este trabalho tem como objetivo principal expor as possíveis contribuições que imagens gratuitas podem oferecer à gestão pública, no caso para o município de Piancó-PB, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e tratamento digital de imagens.

O trabalho também teve como objetivos específicos: a obtenção dos dados cartográficos para análise e processamento; a criação de um banco de dados geográfico para armazenamento dos dados; o processamento dos dados adquiridos para obter informações sobre a área; análise de dados; visitas ao campo para comprovação das informações adquiridas; e, por fim, a geração de mapas temáticos.

2. Sensoriamento Remoto (SR)

2.1. Definições

De acordo com Sommer (2005), “o sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto das técnicas relacionadas com a aquisição de dados dos sensores remotos que utilizam a radiação eletromagnética (REM) como vetor da informação sobre a superfície terrestre.” Já a NASA (National Aeronautics and Space Administration), em 2008, aprimora o conceito do SR definindo-o como “a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.

É importante também, acrescentar a idéia de Maia (2009) sobre o tema. Conceituando-o como “uma técnica de obtenção de informações sobre um objeto, uma área ou fenômeno no planeta Terra, sem que haja contato físico com o mesmo.”, referindo-se à distância que obrigatoriamente deve existir entre o sensor captador e o alvo.

2.2. Importância

As aplicações do sensoriamento remoto são muitas. De acordo com Maia (2009),

Esta é uma das características mais importantes das imagens de satélites, pois permitem a atualização da cartografia, dos bancos de dados geográficos, monitoramento de fenômenos, o fornecimento de informações necessárias e a tomada de decisões referentes ao acompanhamento das rápidas mudanças geográficas que são determinantes.

Abrangendo todas essas aplicações, o sensoriamento remoto contribui diretamente para estudos sobre meio ambiente, tais como: mapeamento de classes, identificação de barragens, estudos meteorológicos, classificação de relevos, solos, vegetação, dentre outras; além de fornecer subsídio para o planejamento urbano.

“O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas de altíssimo valor [...] em qualquer área de aplicação espaço temporal.” (PINTO, 2001)

Apesar destas utilidades, a tecnologia SR ainda abre suas portas para novas idéias e objetivos, para aumentar o horizonte de opções de se trabalhar com Sensoriamento Remoto. Por isso, o

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) promove a cada dois anos simpósios sobre esta ciência, englobando os melhores trabalhos da área.

2.3. Sensores Remotos

Para adquirir as imagens, o sensoriamento remoto utiliza sensores conectados aos seus respectivos suportes, como: os satélites. Conforme abordagem de Pinto (2001), “os sensores são os equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.”.

Devido sua importância para esta ciência, os sensores remotos, ao longo dos anos e com a evolução do SR, vêm melhorando suas capacidades de imageamento, a qual está diretamente ligada à qualidade das resoluções das imagens adquiridas pelos sensores.

Segundo Sommer (2005), um sensor captura uma imagem com quatro resoluções diferentes: espacial, espectral, radiométrica, temporal. O Quadro 1 mostra as características de cada tipo de resolução.

Quadro 1. Características das resoluções.

TIPO DE RESOLUÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Espacial	É definida pela característica geométrica do sensor e determina a menor área do terreno a ser imageada como o <i>pixel</i> .
Espectral	É definida pela largura dos intervalos de comprimento de onda de cada banda espectral e pelo número de bandas espectrais.
Radiométrica	É dada pelo número de níveis de cinza (NC) que são coletados pelo sensor e representam a média da intensidade da energia refletida ou emitida pelos diferentes materiais presente na área do <i>pixel</i> .
Temporal	Diz respeito ao intervalo de tempo da revisita do sensor a uma determinada área.

Fonte: adaptado de Sommer (2005)

Os satélites acoplam diferentes sensores. Cada qual possui uma potencialidade em destaque, ou seja, um apresenta uma boa resolução espacial, o outro possui um imageamento multiespectral. Enfim, com a junção das qualidades de cada sensor, um único satélite fornece imagens que suprem as diferentes finalidades de trabalho.

3. CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)

3.1. Histórico

O Brasil se tornou autônomo no que diz respeito ao monitoramento por satélite de sua área, pois possui, em parceria com a China, o satélite CBERS.

O projeto CBERS nasceu da parceria financeira e tecnológica da China com o Brasil. O principal motivador para esta união foi a dependência das demais nações para com os países dominantes dessa tecnologia, que impediam o desenvolvimento alheio para permanecer com a autonomia da ciência de monitoramento por satélite. Apesar disso, no final da década de 80, os chineses estavam investindo fortemente na área espacial, enquanto o Brasil avançava no MECB (Missão Espacial Completa Brasileira), aplicando seus recursos em pesquisas e programas espaciais.

Para conseguir essa façanha de benefício mútuo, a aliança Sino-Brasileira investiu cerca de US\$ 300 milhões, sendo 30% custeados pelo governo brasileiro e 70%, pelo governo chinês.

O primeiro satélite do programa, o CBERS – 1, foi lançado no dia 14 de outubro de

1999. Com o sucesso da operação, deu-se início aos estudos, onde os técnicos envolvidos aprimoraram e aperfeiçoaram o programa, resultando em um novo lançamento. Em 2003, estava em órbita mais um sucesso do programa, o satélite CBERS-2. Com a descoberta de novas técnicas de imageamento, é criado um novo sensor, o HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) e incorporado ao programa substituindo o sensor imageador IR-MSS (Imageador por Varredura de Média Resolução), tornando necessário o lançamento de mais um satélite, o CBERS-2B.

Hoje em dia, as imagens geradas pelo programa CBERS são fornecidas gratuitamente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, através do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Esta ação de disponibilização gratuita promove a evolução dessa ciência na nossa nação, o que não acontecia com tanta velocidade antigamente devido aos altos preços cobrados pelas imagens.

O futuro do projeto CBERS já está devidamente definido. Dois novos satélites irão entrar

em órbita nos próximos anos: o primeiro denominado CBERS-3 está previsto para ser enviado em 2011 e o segundo, CBERS-4, será lançado no ano de 2013.

3.2. Características dos Sensores

O CBERS possui quatro tipos de sensores diferentes: o WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), o IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução), o CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução) e o HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução). Dentre os quais, utilizou-se neste trabalho os dois últimos.

3.2.1. Sensor CCD

De acordo com o INPE, o Sensor CCD é componente indispensável para aplicações que envolvam vegetação, agricultura, meio ambiente, água, cartografia, geologia, solos e educação.

As resoluções do CCD são o motivo de sua eficiência e precisão. No Quadro 2 estão representados os dados sobre as resoluções do sensor.

Quadro 2. Quantitativos das resoluções referentes ao sensor CCD do CBERS-2B.

RESOLUÇÃO	QUANTITATIVOS
Espacial	Pixel de 400 m ²
Espectral	4 Bandas espectrais (Imageamento multiespectral) e 1 pancromática
Radiométrica	8 bits (256 níveis de cinza)
Temporal	26 dias

Fonte: Dados adaptados do Ministério da Ciência e Tecnologia

O CCD por possuir a capacidade de imageamento multiespectral forneceu a este projeto a possibilidade de se trabalhar com composições coloridas ou falsa-cor, que, de acordo com Silva & Martins (2007), consiste da combinação de 3 bandas espectrais de satélites para a formação de uma composição colorida.

3.2.2. Sensor HRC

O HRC entra no programa CBERS, através do satélite CBERS-2B. Ele tem como característica a qualidade de detalhamento das suas imagens, pois possuem uma ótima resolução espacial, equiparando-se às resoluções espaciais das imagens com alto valor no mercado.

Segundo o INPE, a Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC) tem como principais aplicabilidades:

- Geração de mosaicos nacionais ou estaduais detalhados;
- Atualização de cartas temáticas e outros tipos de cartas;
- Geração de produtos para fins de planejamento local ou municipal;
- Aplicações urbanas e de inteligência.

As resoluções do HRC estão presentes no Quadro 3, destacando como principal característica do sensor, sua resolução espacial.

Quadro 3. Quantitativos das resoluções referentes ao sensor HRC do CBERS-2B.

RESOLUÇÃO	QUANTITATIVOS
Espacial	Pixel de 6,25 m ²
Espectral	Imageamento pancromático
Radiométrica	8 bits (256 níveis de cinza)
Temporal	130 dias

Fonte: Dados adaptados do Ministério da Ciência e Tecnologia

4. TDI (Tratamento Digital De Imagens)

É a tecnologia que analisa e manipula as imagens em ambiente computacional, com o intuito de extrair informações cartográficas. Para Marques Filho e Vieira Neto (1999), o processamento digital de imagens “auxilia os trabalhos nas áreas da Geografia, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Meteorologia, dentre outras.

Com o intuito de organizar o estudo, este projeto dividiu o TDI em três partes: correção; processamento e; classificação das imagens.

4.1. Correção de imagens

A etapa de correção consiste nas técnicas utilizadas pelo usuário com finalidade de capacitação das imagens para a etapa de processamento.

Neste trabalho a técnica de correção utilizada foi o georreferenciamento, que serve para corrigir as coordenadas das imagens e integrá-las a um sistema de coordenadas conhecido.

4.2. Processamento de imagens

O processamento caracteriza a etapa de manipulação das imagens com ferramentas apropriadas para futura extração de informação.

Exemplos de técnicas de processamento são a manipulação do contraste, a realização de mosaicos, composições coloridas e a fusão.

A manipulação do contraste, que de acordo com Carvalho (2003), “busca melhorar a qualidade visual da imagem através da manipulação dos níveis de cinza.”, melhora a identificação dos alvos. O mosaico tem o objetivo de unir o espaço físico das imagens para atender toda a área de estudo. As composições coloridas identificam, com cores, os alvos de mesma reflectância, cooperando na identificação das formas dos alvos. E a fusão une as resoluções espacial e espectral dos sensores HRC e CCD, fornecendo um incrível detalhamento das imagens, além de proporcionar a realização de composições coloridas.

4.3. Classificação de imagens

Carvalho (2003) explica que essa é a etapa de extração de informações das imagens, ou seja, dados quantitativos de cada área geométrica classificada podem ser calculados fornecendo o embasamento para conclusões finais.

Já Figueiredo (2005) acrescenta que a classificação pode ser dividida em duas formas: supervisionada e não supervisionada. Nesta, as

classes são definidas pelos algoritmos dos programas, que escolhem amostras de acordo com características pré-definidas, como por exemplo, a reflectância dos *pixels* da imagem e a distância entre os alvos. Naquela, as classes são definidas pelo próprio usuário.

5. Caracterização do município de Piancó

O município de Piancó está localizado na região Oeste do Estado da Paraíba, limitando-se

a sul com Santana dos Garrotes; a sudoeste com Itaporanga; a oeste com Igaracy, a norte com Coremas e a leste com Olho d'Água e Emas. Ocupa uma área de 567,10 km² e está delimitado pelas coordenadas geográficas de 7°05'02" e 7°19'36" de latitude sul e 37°46'23" e 38°05'29" de longitude oeste (Figura 1). A sede municipal apresenta altitude de 258m.

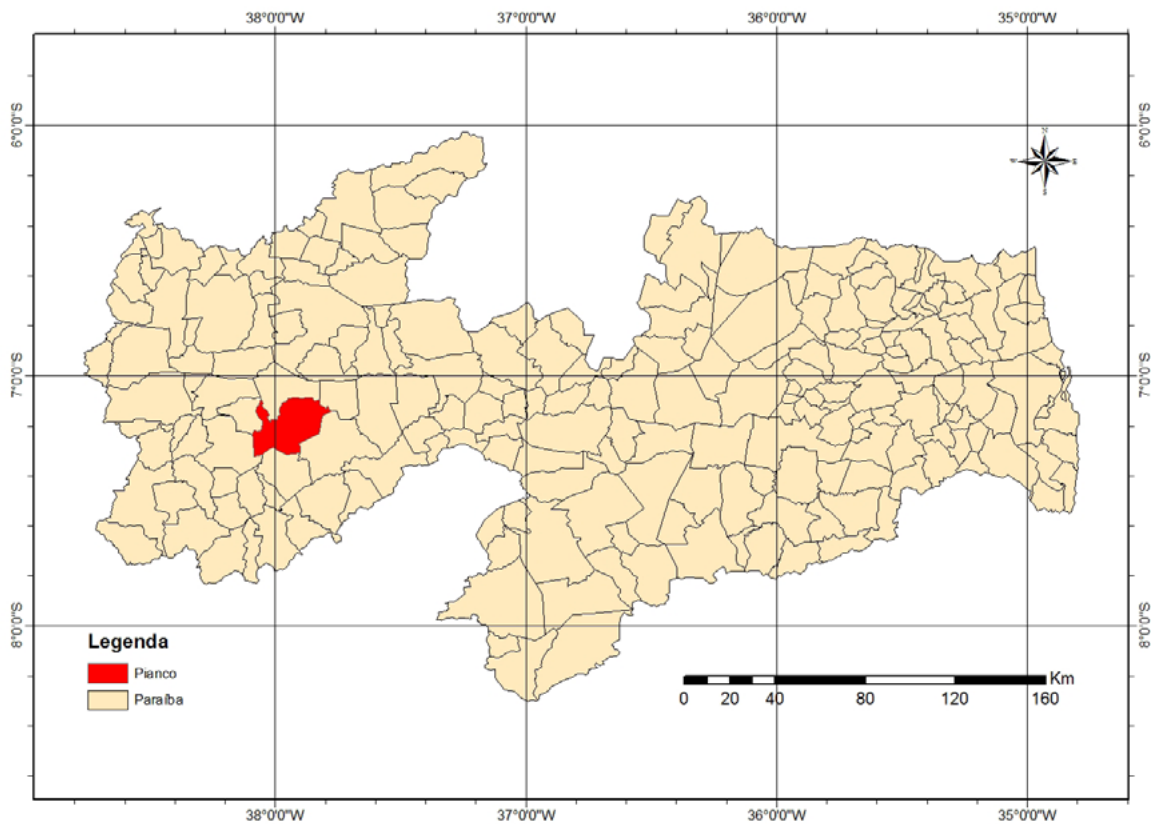


Figura 1. Localização do município de Piancó-PB.

De acordo com uma estimativa do IBGE de 2009, Piancó possui uma população de 16.455 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica de 24,9 hab/km².

O município contém cerca de 3.825 domicílios particulares e permanentes, destes 2.540 possuem esgotamento sanitário, 2.492 são abastecidos pela rede geral de água e 1.881 pelo sistema de coleta de lixo.

No setor de saúde o serviço é prestado por 16 unidades ambulatoriais e 02 hospitais. A educação conta com o concurso de 59 estabelecimentos de ensino fundamental e 02 colégios de ensino médio. A agropecuária e o comércio constituem as principais atividades econômicas da comunidade. O município dispõe de 02 agências bancárias e em termos de infra-estrutura urbana apresenta 80% das vias pavimentadas e 85% iluminadas (CPRM, 2005).

6. Materiais e Métodos

A metodologia consistiu no uso de técnicas disponibilizadas pelo *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) de disponibilidade gratuita pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e de produtos dos sensores remotos (Sensor CCD e HRC do CBERS-2B; além dos dados SRTM) em diferentes passagens e épocas do ano, também disponibilizados gratuitamente pelo INPE e pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

6.1. Material

Dados bibliográficos – incluíram consultas à Internet, livros e publicações referentes ao assunto e a área de estudo, além de mapas, destacando aspectos regionais e temáticos.

Dados cartográficos – foi utilizada a carta topográfica da SUDENE (1972) correspondente às Folhas de Piancó (SB.24-Z-C-III) e Itaporanga (SB.24-Z-C-II), na escala de 1:100.000.

Dados de sensores remotos – foram utilizadas imagens multiespectrais do CCD do satélite CBERS-2B, nas bandas 1 (região do azul), 2 (região do verde), 3 (região do vermelho) e 4 (região do infravermelho próximo), órbita 149, ponto 108, com data de passagem referentes ao período 2008 a 2009 (20/02/2008, 25/07/2008 e 22/10/2009). Como também as imagens pancromáticas do HRC/CBERS-2B de alta resolução, órbitas/ pontos 149-C/108-3, 149-C/108-4 e 149-D/108-3 - datadas de 25/07/2008. Imagens SRTM da região também foram utilizadas para aquisição de dados altimétricos.

GPS - foi utilizado o receptor GPS Map Garmin 76 CSx, para apoiar os trabalhos de campo e georreferenciar as imagens.

Suporte Computacional - foi utilizado o *software* SPRING 4.3.3 na criação do banco de dados georreferenciados, além de *hardwares* com capacidade adequada ao desenvolvimento do projeto.

Material Fotográfico - fez-se o registro fotográfico, obtido em campo, de diversos aspectos de interesse aos objetivos da pesquisa.

6.2. Métodos

Inicialmente, o banco de dados foi criado no ambiente SPRING, sendo definidas as coordenadas de abrangência da área do projeto (limite municipal de Piancó) e o sistema de referência (*Datum* SAD 69). Posteriormente, as cartas da SUDENE, disponíveis em meio digital no *site* da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), serviram de apoio para a construção da base cartográfica, onde foram importados os dados vetoriais de rodovias (pavimentadas e não pavimentadas) e drenagens (rios e corpos d'água). Tal procedimento objetivou ajustar corretamente a referida base de dados às imagens CBERS (Sensores CCD e HRC), etapa conhecida como registro ou georreferenciamento.

Assim, todas as imagens foram georreferenciadas a partir de pontos de controle obtidos nas feições de drenagem e rodovias conhecidas tanto na base como nas imagens. O mosaico realizado apenas das imagens do sensor HRC foi necessário devido a faixa de imageamento deste sensor não ser suficiente para recobrir toda a área de estudo, limite municipal de Piancó.

As imagens orbitais foram processadas digitalmente no *software* SPRING. O processamento digital compreendeu os seguintes procedimentos: Composição RGB (obtenção de imagens coloridas a partir de imagens monocromáticas originais); Manipulação de Contraste (para melhorar a discriminação visual dos alvos); Operação aritmética (produzir imagens IVDN e Composições Multiespectrais, ajustadas que permitam a maior discriminação das áreas vegetadas das não vegetadas); Transformação IHS (para possibilitar a fusão das imagens do CCD de 20 metros de resolução espacial com as do HRC de 2,5 m de resolução espacial); Digitalização das rodovias (para produção do mapa rodoviário de Piancó-PB), Classificação de padrões (classificador Maxver Icm); Mapeamento de Classes; Transformação da Matriz em Vetor; Medidas de Classes; Criação dos Mapas utilizando o módulo SCARTA. Estes procedimentos serviram como base para elaboração dos resultados alcançados.

A técnica adotada para fazer a fusão de imagens foi a transformação IHS (Intensidade, *Hue* e Saturação). A partir da imagem CCD produziu-se a composição R3G4B2 e posteriormente aplicou-se a transformação para as componentes

IHS. Para fazer a fusão da imagem de alta resolução espacial com a de média resolução espacial, durante a conversão de RGB-IHS substituiu-se a componente ‘intensidade’ pela cena pancromática de alta resolução espacial da câmera HRC.

Fez-se trabalho de campo para descrever detalhadamente as características da área de estudo (solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, uso e degradação das terras), para subsidiar a interpretação e o processamento digital de imagens; por meio desse, observou-se a veracidade das informações levantadas preliminarmente quanto à identificação

dos temas estudados. O trabalho de campo foi auxiliado por GPS, possibilitando o georreferenciamento dos pontos descritos.

7. Resultados

Seguindo a metodologia descrita anteriormente neste trabalho, o primeiro resultado conquistado foi a realização da fusão das imagens CCD e HRC. A partir destas, a visualização das imagens CCD com composição colorida passou a fornecer informações mais consistentes, pois sua resolução espacial foi igualada à resolução espacial das imagens HRC.

As Fig. 2 e 3 representam uma imagem CCD com composição colorida (R3G4B2), destacando aspectos da malha urbana, vegetação, rios, corpos d’água e rodovias de parte do município de Piancó, antes e depois da fusão, respectivamente.

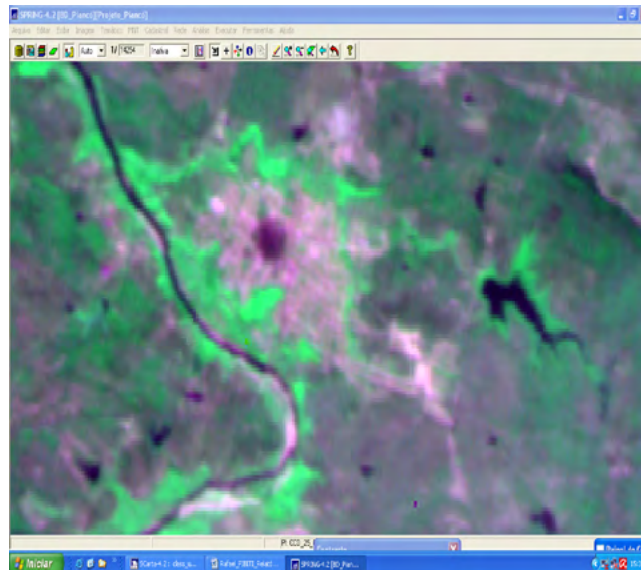


Figura 2. Imagem CCD, com uma composição.

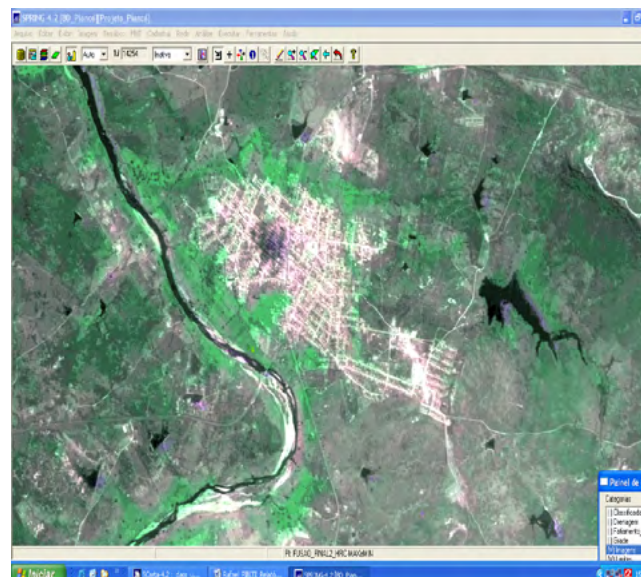


Figura 3. Imagem fusionada (HRC com CCD).

Antes de realizada a fusão de imagens era inviável delinear a área urbana do município, pois a nitidez da imagem não possibilitava este estudo. À medida que o processo de fusão foi realizado, ele proporcionou uma melhor identificação dos alvos em toda a imagem, inclusive da área urbana do município de Piancó-PB.

Após a fusão realizada com sucesso e a melhor identificação dos alvos na imagem, o se-

gundo resultado alcançado foi a criação de um mapa rodoviário do município de Piancó-PB, que foi complementado por vetorização manual, proporcionando à gestão municipal a análise de infra-estrutura das rodovias com relação ao tipo de pavimento, e ao mesmo tempo, fornecendo subsídio para o planejamento acerca do desenvolvimento municipal. A Fig. 4 representa o mapa rodoviário do município de Piancó.

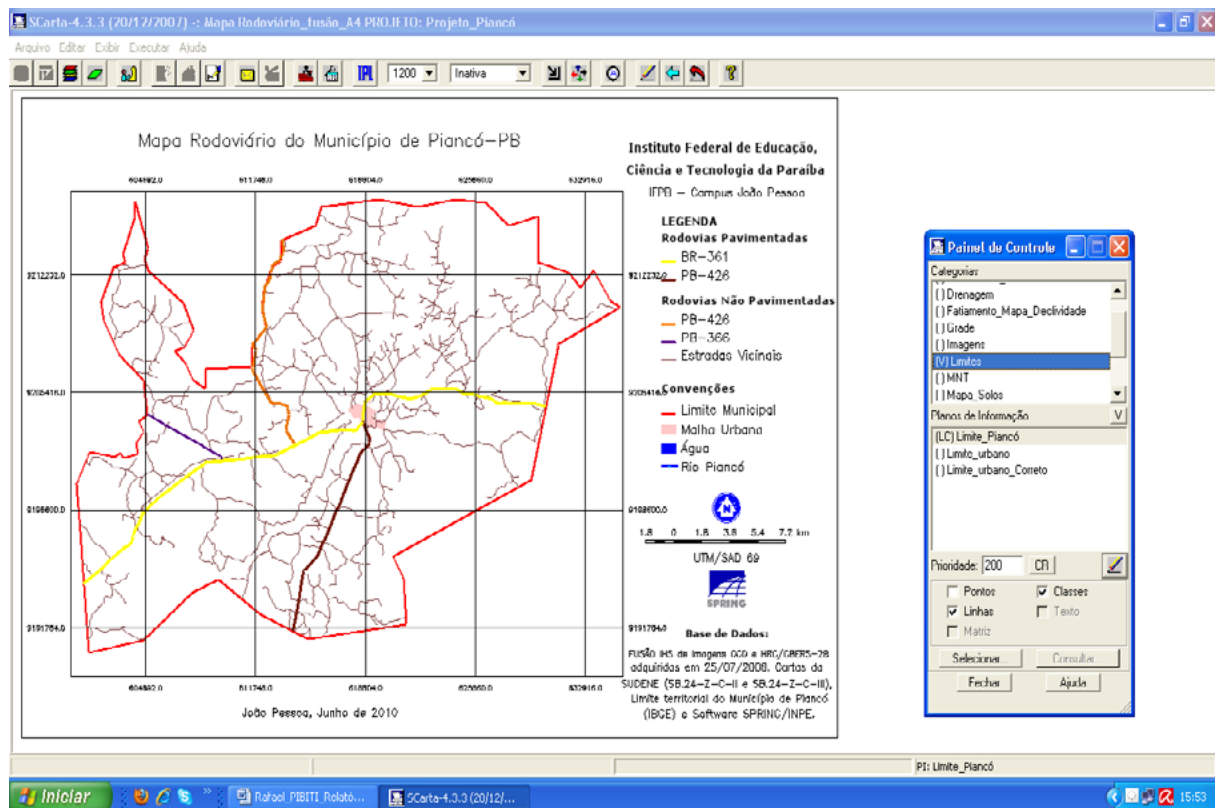


Figura 4. Mapa rodoviário do município de Piancó.

É importante salientar que devido a alguns alvos se comportarem semelhantemente nas imagens e a etapa de campo não conseguir atingir todas as estradas vicinais, há probabilidade de haver alguma confusão na identificação entre as rodovias e as redes elétricas. Na Tab. 1, verificam-se os quantitativos, em quilômetros, de cada tipo de rodovia que corta a área municipal.

Tabela 1. Rodovias que cortam o município de Piancó.

Rodovias	Tipo	Extensão (Km)	Destino
BR-361	Pavimentada	34,62	Leste: Itaporanga e Oeste: Patos e BR-230
PB-426	Pavimentada	13,56	Santana dos Garrotes
PB-426	Não Pavimentada	14,25	Coremas
PB-366	Não Pavimentada	5,68	Igaracy
Estradas Vicinais	Não Pavimentada	511,57	Comunidades Rurais

Com intuito de abranger todas as potencialidades das imagens, outro resultado alcançado com os dados obtidos por este projeto foi a criação de um mapa de declividade de Piancó. Para isso, foi necessário a utilização de imagens SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle), devido a essas imagens fornecerem dados altimétricos, atra-

vés da estereoscopia, além da coleta de pontos *in loco*.

A Fig. 5 representa o mapa de declividade gerado para demonstrar as classes de relevo que ocupam o município estudado.

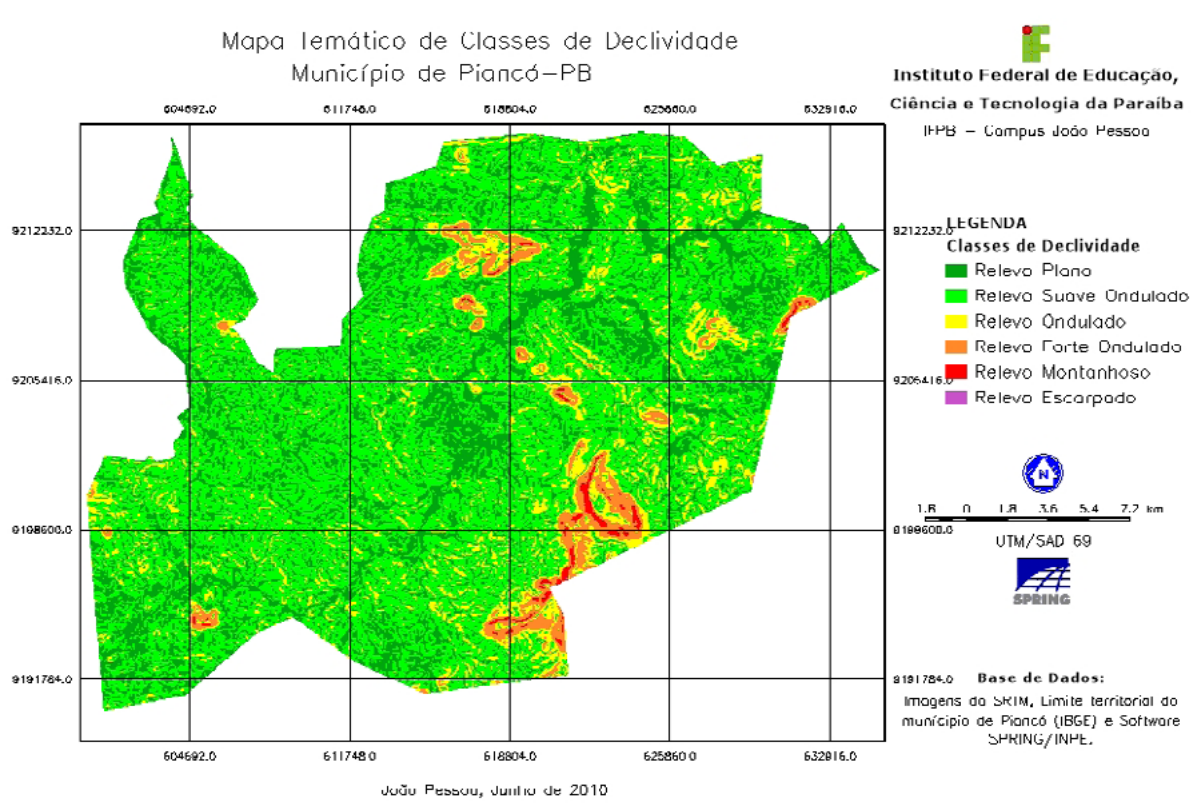


Figura 5. Classes de declividade do município de Piancó.

A Tab. 2 mostra os quantitativos das classes de declividade do município de Piancó, revelando que na área predominam as classes plano e suave ondulado.

Tabela 2. Classes de declividade do município de Piancó.

Classe de Declividade	Declive (%)	Área (Km ²)
Relevo Plano	0 a 3%	157,09
Relevo Suave Ondulado	3 a 8%	331,17
Relevo Ondulado	8 a 20%	55,80
Relevo Forte Ondulado	20 a 45%	18,96
Relevo Montanhoso	45 a 75%	2,84
Relevo Escarpado	acima de 75%	0,01

Com três resultados já finalizados, foi gerado também, um mapa mostrando o potencial hídrico de Piancó.

Um dos maiores problemas que atingem o Nordeste brasileiro é a seca, porém a causa disso não é a escassez de água, e sim, a má distribuição da mesma.

O município de Piancó está situado no “Polígono das Secas”, possui clima semi-árido e sofre com a seca. Então, com a finalidade de ajudar o município a enfrentar esse problema, o mapa hídrico do município foi criado, estando representado na Fig. 6.

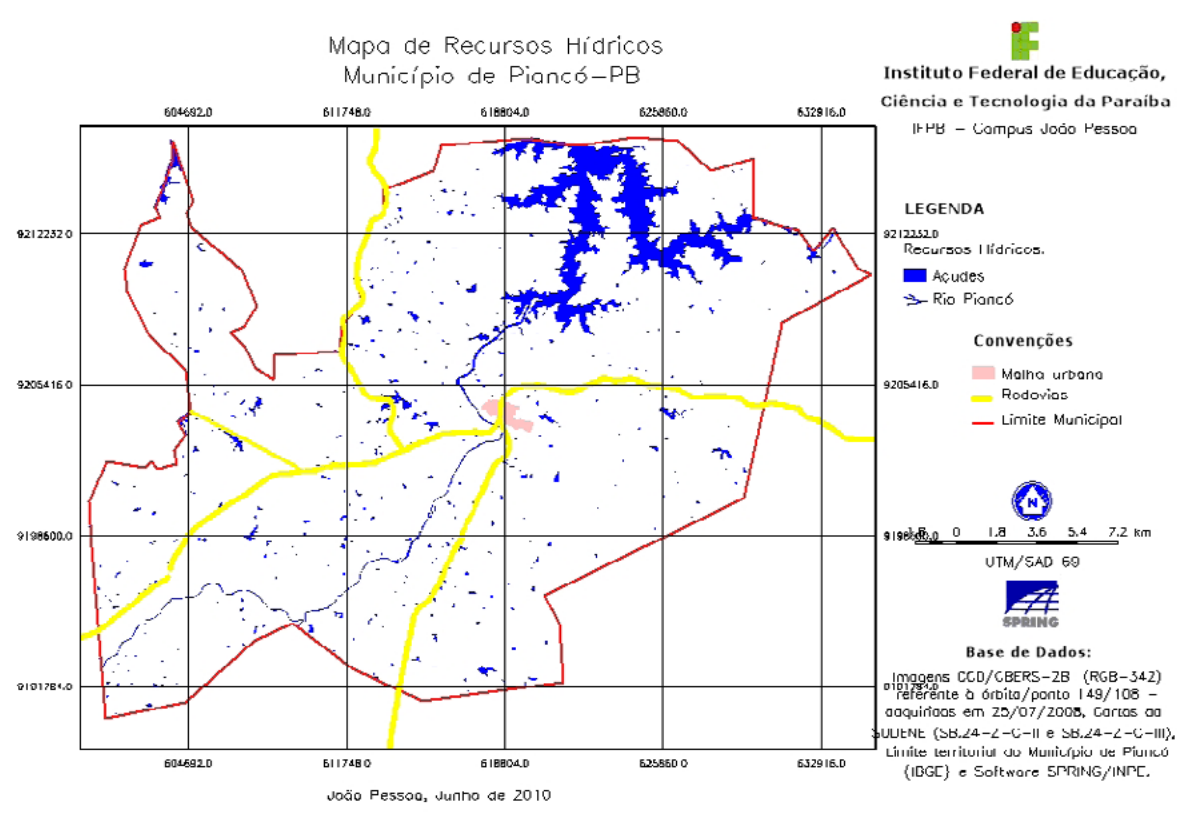


Figura 6. Mapa de recursos hídricos do município de Piancó – 2010.

Os recursos hídricos aparecem ocupando uma área de 36,38 km² (6,43%). Nesta classe, existem 457 espelhos d'água, sendo o maior representado pelas águas do açude de Coremas, principal açude do estado (Figura 6). Estas águas recobrem uma área de 26,85 Km² (o que representa 4,75% da área total do município de Piancó).

Além dos recursos hídricos, também foi desenvolvido um mapa de degradação da vegetação, através de uma classificação supervisionada, coletando-se amostras de acordo com a reflectância dos alvos.

De acordo com o padrão demonstrado nas classes de uso obtidas, cada uma recebeu um grau de degradação. As áreas classificadas como solo exposto estão caracterizadas com um grau de degradação grave; no nível moderado está a vegetação de porte arbustivo, pouco densa e/ou rala; e com um grau de baixo nível aparecem as áreas identificadas como vegetação arbórea arbustiva mais conservada. Assim, a partir dos usos que eram destinado às terras foi gerado o mapa dos níveis de degradação das terras (Figura 7).

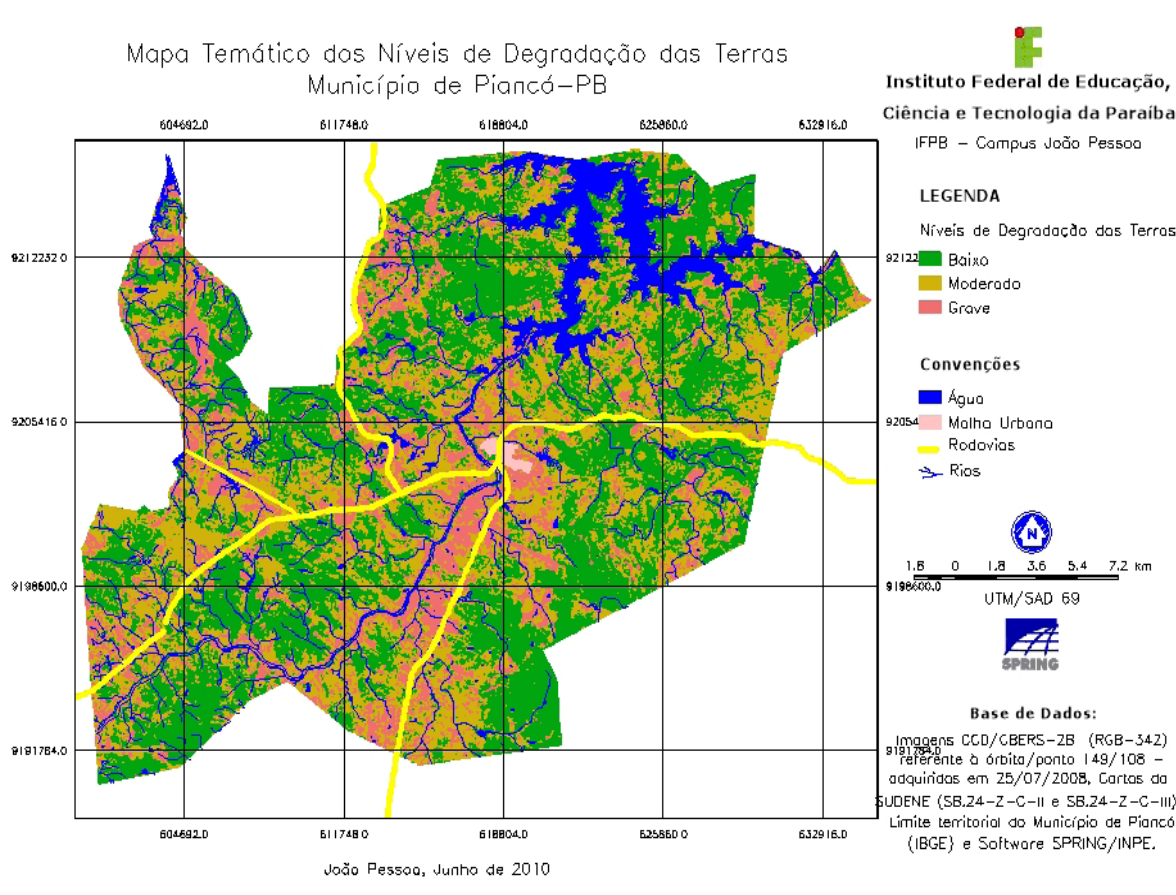


Figura 7. Níveis de degradação das terras do município de Piancó – 2010.

Os quantitativos (absolutos e relativos) dos níveis de degradação das Terras do município de Piancó estão demonstrados na Tab.3.

Tabela 3. Níveis de degradação das terras do município de Piancó para o ano de 2010.

NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO	ÁREA	
	(Km ²)	(%)
Baixo	238,09	42,09
Moderado	202,90	35,87
Grave	86,709	15,33

A região vem sofrendo com os impactos das atividades humanas sobre os seus recursos naturais. A pesquisa gerou informações que mostram o grau de degradação ambiental para o município de Piancó e que enfatizam o nível de severidade com que ela aparece.

É importante ressaltar que os dados percentuais da Tab. 3 não alcançam 100%, pois da área total do município as áreas da malha urbana e de recursos hídricos, não entram nessa classificação.

8. Conclusão

O *software* SPRING possibilitou a geração da base de dados do município de Piancó-PB, através de suas ferramentas de análise e processamento de dados espaciais. Ele, as técnicas de tratamento digital de imagens e os trabalhos de campo facilitaram a identificação e o georreferenciamento de aspectos da área de estudo, o que propiciou a geração dos mapas finais.

O êxito na fusão, obtido através da união das características das imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC, foi de grande valia para o projeto, pois mostrou a eficácia do uso de imagens sintéticas na administração municipal, resultando na construção dos seguintes mapas do município: rodoviário, de declividade, de recursos hídricos e de degradação da vegetação.

As imagens SRTM foram muito importantes na geração do mapa de declividade do município, pois forneceram as informações altimétricas, indispensáveis na elaboração de mapas que exigem dados com a altitude de cada ponto na imagem.

Os quantitativos retirados dos mapas gerados revelam que a degradação da vegetação no município de Piancó-PB está atingindo níveis preocupantes, pois da área total do município de Piancó, a vegetação presente nas classes moderado e grave, já ocupam mais da metade do município.

A espacialização dos dados adquiridos em meio digital fornece subsídio para o planejamento de projetos que venham a desenvolver sustentavelmente o município. Este fato demonstra a capacidade das imagens gratuitas, de desenvolverem projetos de grande importância, sem perder qualidade e precisão no resultado final.

Os resultados da pesquisa foram apresentados à Secretaria de Desenvolvimento Rural Sustentável e Agrário do município de Piancó.

Para futuros trabalhos, é interessante estudar a junção das informações obtidas em cada mapa aqui gerado, tal como: a união do mapa de declividade com o mapa de degradação, analisando o porquê das áreas mais altas terem a vegetação mais abundante, enquanto as áreas mais baixas sofrem com a degradação. Outra sugestão é desenvolver a atualização do sistema rodoviário municipal.

9. Referências

CARVALHO, A. A. **Fundamentação Teórica para Processamento Digital de Imagens**. Lavras - MG, dezembro, 2003.

CPRM. **Serviço Geológico do Brasil**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Piancó, estado da Paraíba/ Organizado por MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA J. L. F. Recife: CPRM/ PRODEEM, 2005. 11 p. + anexos.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Setembro, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em <http://www.cbets.inpe.br/?content=aplicacoes> Acesso em 20 de novembro de 2010.

INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em <http://www.cbets.inpe.br/?content=aplicacoes> Acesso em 20 de novembro de 2010.

MAIA, F. O. A. **Uso do Sensoriamento Remoto como recurso didático para estudos do espaço geográfico**. Ed. Belo Horizonte - MG, 2009.

MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BRASILEIRO. Disponível em <http://www.inpe.br/>. Acesso em 20 de novembro de 2010.

NASA, National Aeronautics and Space
Administration. Disponível em www.nasa.gov.
Acesso em 15 de novembro de 2010.

PINTO, D. F. **A utilização do sensoriamento
remoto e do geoprocessamento como
ferramentas aplicadas às ciências da terra e do
mar.** ed: Santa Catarina, 2001.

SILVA, L. G. & MARTINS, A. K. E. **Identificação
da composição colorida de imagem CBERS-2
na dinâmica de ocupação territorial em sub-
bacia hidrográfica.** Ed: Florianópolis – SC, 21-
26 abril 2007, INPE, p. 1141-1145.

SOMMER, J. A. P. **Aplicação de sensoriamento
remoto orbital no mapeamento de unidades
vulcano-sedimentares no platô da ramada.** Vila
Nova do Sul, RS. Ed. Porto Alegre, RS. 2005.