

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO USO E OCUPAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL**

GLADIS APARECIDA SANDI TOSIN

CASCAVEL – Paraná - Brasil

Maio - 2005

GLADIS APARECIDA SANDI TOSIN

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO USO E OCUPAÇÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO CASCAVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em **Engenharia de Recursos Hídrico e Meio Ambiente**.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Moisés
Ferreira de Queiroz

CASCAVEL – Paraná - Brasil

Maior - 2005

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de realizar o sonho do curso de Mestrado e conhecer pessoas tão especiais nesta caminhada.

À Unioeste, pela oportunidade para realizar o curso de Mestrado.

Ao Professor Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, pela orientação, confiança e amizade durante o curso e execução do trabalho, o qual não poupou dedicação ao meu amadurecimento e formação profissional.

À Professora Dr^a Selma Regina Aranha, pela co-orientação, amizade e ensinamentos transmitidos.

À família, pelo incentivo e apoio durante todo o percurso.

Aos amigos Franciele, Elizandro, Mincarone, Geremias e Drabik, pela amizade, carinho, incentivo e auxílio em todos os momentos.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA REGIÃO OESTE	4
2.1.1 Origem de Cascavel	
2.1.2 Histórico da Planta da Cidade	
2.2 DADOS GEOFÍSICOS	10
2.2.1 Localização	
2.2.2 Hidrografia	
2.2.3 Clima	
2.2.4 Vegetação	
2.2.5 Solo.....	
2.2.6 Fisiografia	
2.2.7 Características Físicas de Bacias Hidrográficas:	
2.2.8 Aspectos Hidrológicos da Bacia do Rio Cascavel	
2.2.9 Características Físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel	
2.2.10 Nascentes Recuperadas	
3 SENSORIAMENTO REMOTO	21
3.1 O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO	23
3.2 RESOLUÇÃO DAS IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO	24
3.2.1 Resolução Espacial.....	
3.2.2 Resolução Espectral	
3.2.3 Resolução Radiométrica.....	
3.2.4 Resolução Temporal.....	
3.3 RESPOSTA ESPECTRAL DE ALVOS MAIS COMUNS	26
3.4 ANÁLISE DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO.....	30
3.5 CORREÇÕES GEOMÉTRICAS.....	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6 CONCLUSÕES.....	38

REFERÊNCIAS..... 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo inicial da colonização de Cascavel.....	5
Figura 2 - Mapa do terreno denominado Cascavel	8
Figura 3 - Mapa do patrimônio velho, de acordo com a lei municipal Nº 90/59...	9
Figura 4 - Planta do centro da cidade atual, aprovada pela lei municipal Nº 251/63.....	10
Figura 5 - O município de Cascavel faz parte de três bacias hidrográficas: bacia do Piquiri, bacia do Iguaçu e bacia do Paraná III.	12
Figura 6- Encontro das 3 bacias hidrográficas, Bacia do Piquiri, Bacia do Paraná III e Bacia do Iguaçu, na área urbana do município de Cascavel.....	12
Figura 7 - Fonte dos Leões – Jardim Nova York.....	18
Figura 8 - Encruzilhada de Cascavel - Cascavel Velho	19
Figura 9 - Nascente do Lago – Jardim Nova York	20
Figura 10 - O espectromagnético, a transmissividade atmosférica e os comprimentos de onda usados em sensoriamento remoto.....	23
Figura 11 - Comparação entre uma imagem com resolução radiométrica de 1 bits (a esquerda) e uma imagem com resolução radiométrica de 5 bits (a direita).	25
Figura 12 - Representação do comportamento típico de uma folha verde em dois momentos.	29
Figura 13 - A refletividade de um solo chernozêmico, um solo argiloso e um solo laterítico, respectivamente, no VIS e NIR, em função da umidade.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Captação de água para o abastecimento da área urbana	15
Tabela 2 - Bacia do rio Cascavel e seus afluentes dentro do município de Cascavel	15
Tabela 3 - Afluentes do rio Cascavel	16

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar as formas de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, buscando elaborar um diagnóstico do uso e ocupação urbana na bacia, utilizando-se de técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas, com a utilização de imagens do satélite TM/Landsat do ano de 2002, cadastros oficiais sobre a sua ocupação e procurando estabelecer um prognóstico da condição ambiental atual. Foram diagnosticados o sistema de coleta de lixo, o sistema de varrição, o sistema de redes de esgotos, sistema de galerias de águas pluviais, pavimentação existente na área urbana e a evolução dos loteamentos na área urbana da bacia. Na área rural, diagnosticou-se o uso do solo, identificando-se a vegetação, cultura e solo desnudo. A análise dos resultados mostrou que a bacia apresenta riscos geoambientais e que a tendência de ocupação do solo e de crescimento demográfico geraram áreas potencialmente problemáticas, porquanto a ocupação desordenada do meio físico causou a degradação dos recursos naturais do solo e da vegetação, contribuindo consideravelmente para a deterioração dos recursos hídricos.

Palavras-Chaves: sistema de informação geográfica, bacia hidrográfica, rio Cascavel.

ABSTRACT

This work had as objective to characterize the use forms and occupation of Cascavel River basin, looking for to bring a diagnosis of the use and urban occupation in the basin, being used techniques of remote sensoriamento and geographical information system, with the use of satellite image TM/Landsat of the year of 2002, official registers about the occupation of the same, trying to establish a prognostic of the current environmental condition of the basin. They were diagnosed the system of garbage collection, varrição system, sewerage system system, system of gallery of pluvial water, existent paving in the urban area and the evolution of the divisions into lots in the urban area. In the rural area, the use of the soil was diagnosed, identifying the vegetation, culture and nude soil. The analyses of the results showed that the basin presents risks geoambientais and that the tendency of occupation of the soil and the demographic growth, they generated areas potentially problems once the disordered occupation of the physical middle caused the degradation of the natural resources of the soil, of the vegetation and they contributed considerably for to deterioration of the resources hidrics.

Keywords: geographical information system, basin, Cascavel river.

1 INTRODUÇÃO

A maneira pela qual ocorreu o uso e ocupação do solo no Brasil e a relação de exploração do meio ambiente, desde sua colonização, marcaram de tal forma que, mesmo após a independência em 1822, a paisagem continuou a ser modificada de forma intensa e descontrolada, causando profundos danos ambientais. As atividades coloniais sobre os ecossistemas caracterizavam-se pela brutalidade e imediatismo de caráter destrutivo. Deve-se considerar que na época em que estes fatos ocorreram, os colonizadores estavam habituados a restrições espaciais e ecológicas presentes na Europa e, ao chegarem ao Brasil, viram na Mata Atlântica um grande potencial de exploração que jamais seria esgotado, diante de tão poucos habitantes.

Com o passar dos anos essa paisagem foi sendo modificada por ações antrópicas e em que o homem continua intervindo na natureza, em busca do atendimento de seus interesses agrícolas, industriais e urbanos, utilizando técnicas e práticas que vêm evoluindo e se intensificando ao longo dos tempos. No Brasil, esse processo foi agravado pela presença marcante de três fatores: a sensação de inesgotabilidade dos recursos; a postura parasitária diante dessa abundância natural, origem de uma tecnologia descuidada e extensiva; o desprezo pela natureza tropical (BUSCHBACHER, 2000). Apesar do reduzido conhecimento, brotou a consciência de que a exploração e as diversas formas de uso e ocupação do solo, impostas pela colonização, destruiriam as florestas e comprometeriam a biodiversidade, causando prejuízos ambientais que gerariam, também, grandes custos sociais e econômicos para o país. O surgimento de problemas ambientais graves, com reflexos sobre o próprio homem, despertou-o para compreender melhor os fenômenos naturais e entender que se deve agir como parte integrante do sistema natural.

Nesse sentido, a idéia de adoção da bacia hidrográfica como unidade de referência para diagnóstico, planejamento e aplicação na forma de uso e ocupação desse espaço tem sido a mais adequada. Entretanto, a forma como o homem vem efetivando o uso e a ocupação, com pouco ou nenhum planejamento, em busca de mínimos custos e máximos benefícios para seus usuários, sem a menor preocupação com a preservação, tem provocado a deterioração dos recursos naturais das bacias e, principalmente, dos recursos hídricos.

Para implantação de um sistema de gestão de bacia integrada em atendimento à legislação ambiental e de recursos hídricos, é necessário proceder a um diagnóstico da forma de uso e da ocupação já efetivada, para a aplicação dos planos de bacia e o desenvolvimento de ações mitigadoras.

O Município de Cascavel-PR vem apresentando, ao longo dos anos, crescimento econômico expressivo, refletindo-se na concentração e expansão urbana. Essa concentração populacional na área urbana gera implicações sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, sobre tudo na bacia hidrográfica do rio Cascavel, responsável pela captação e abastecimento da cidade mediante adução de água do rio Cascavel.

Grande parte dessa bacia apresenta-se na área urbana do município com a presença de nascentes importantes e de um lago. A ocupação acelerada e suas implicações sociais podem significar um risco para o abastecimento de água à população, bem como, para a manutenção das atividades econômicas desenvolvidas na bacia.

Além disso, são realizadas atividades agrícolas na área rural da bacia. Com uma agricultura fortemente mecanizada e desenvolvida à base de defensivos químicos, que contribuem para a degradação e contaminação do solo e da água, cuja poluição é causada por agrotóxicos e associada à redução da área de mata ciliar às margens dos rios e córregos que têm papel fundamental na preservação ambiental da bacia hidrográfica.

Por essas razões esta pesquisa estabeleceu como seu objetivo principal a caracterização física das formas de uso e ocupação da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, diagnosticando o sistema de coleta de lixo, sistema de varrição, sistema

de rede de esgoto, sistema de galeria de água pluvial, pavimentação existente na área urbana e vazios urbanos. Na área rural, diagnosticou-se o uso do solo, identificando-se a vegetação, culturas e solo desnudo na bacia, no ano de 2002. Os dados foram obtidos em cadastros oficiais sobre a ocupação da bacia, com intuito de estabelecer uma base de dados e de elaborar um prognóstico da condição ambiental atual da mesma.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA REGIÃO OESTE

A região oeste do estado do Paraná começou a ser ocupada por volta de 1557, com a fundação da *Ciudad Del Guayrá* pelos conquistadores espanhóis, quando a região, de acordo com o Tratado de Tordesilhas, pertencia à Espanha. Em 1632, os espanhóis abandonaram a região que, em 1730, voltou a ser desbravada pelo tropeirismo e com ele se dá o início das cidades e a expansão das atividades comerciais na região.

O Paraná é um ponto de passagem no caminho para Sorocaba. E por isso teve no tropeirismo uma função específica: preparar o gado para a venda em melhores condições em Sorocaba. O gado vinha cansado da longa caminhada, do Rio Grande do Sul até aqui. Refeito, sua cotação subia na feira de Sorocaba. Os filhos do Paraná foram também tropeiros e comerciantes. Iam ao Rio Grande do Sul, compravam o gado, tangiam a tropa e vendiam em Sorocaba. Num certo período todo mundo vivia do tropeirismo. Inclusive os médicos, pois os primeiros médicos do Paraná viviam emprestando dinheiro para os tropeiros. Quer dizer, o Paraná também financiava a atividade. (SPERANÇA, 1992, p. 23).

A primeira tropa partiu em 1731 com, aproximadamente, duas mil cabeças de mulas, com destino ao povoado gaúcho de Viamão. Do Rio Grande do Sul vinham as boiadas para serem vendidas na feira anual de Sorocaba, estado de São Paulo, daí a importância do tropeirismo, para a marcha de ocupação do oeste do Paraná. O caminho aberto, ligando o Sudoeste ao Oeste do Paraná, e as trilhas dos obrageiros e tropeiros deram origem à “Encruzilhada”, mais tarde Aparecida dos Portos, tendo aí a origem da cidade de Cascavel.

A foto mostrada na Figura 1 refere-se ao acampamento denominado Central Barthe, localizado em terras entre Cascavel e Santa Tereza do Oeste (proximidades do atual Posto Chapadão). Nesse local, o engenheiro Artur Martins Franco instalou-se, em 1905, para iniciar a demarcação das terras concedidas a empresas ervateiras Argentinas.



Figura 1 - Processo inicial da colonização de Cascavel

Fonte: SPERANÇA (1992).

Em 1922, por ordem do bispo de Curitiba, Dom Francisco Braga, o padre Guilherme Maria Thiletzek, inspecionou a região de Foz do Iguaçu que incluía a Vila de Cascavel, com a finalidade de estabelecer uma paróquia na fronteira. Monsenhor Guilherme foi quem batizou a cidade Cascavel de Aparecida dos Portos, por acreditar ser a denominação original, referente à serpente, um símbolo do mal. No entanto, foi o Rio Cascavel que acabou dando origem ao nome da cidade.

Mais tarde, por volta de 1950, novos fluxos migratórios de diferentes frentes vieram compor a população da região, entre elas: a Cabocla, formada pelo deslocamento da população de Guarapuava para o Oeste do Paraná; a Sulista, formada pelo deslocamento da população do Sul do País; a Cafeeira, constituída por

famílias que, com tradição de plantio de café, deslocaram-se de para a região vindas de várias partes do Brasil. Dessa forma, o tropeirismo, as obrages e a imigração constituíram fatores de grande importância para a ocupação do Oeste do Paraná e, em especial, para o crescimento da cidade de Cascavel.

2.1.1 Origem de Cascavel

A existência de Foz do Iguaçu e dos inúmeros trabalhadores que para lá migraram contribuiu muito para a fundação de Cascavel. Muitos moradores da região, com diferentes necessidades, viabilizaram os negócios dos pousos que eram pontos de alimentação e descanso dos tropeiros e seus animais. Num desses pousos, à margem de um riacho, alguns tropeiros encontraram grande quantidade de ninhos de cobra cascavel. Por esse motivo o riacho ficou conhecido como rio Cascavel e o pouso, um encontro de picadas e trilhas percorridas pelos colonos e viajantes com destino a Foz do Iguaçu, conhecido como Encruzilhada dos Gomes. Nome que se deve a uma das famílias que para cá vieram e se estabeleceram. A colonização do então município de Cascavel, na década de 1920, passou a acontecer a partir da aquisição das terras que pertenciam ao agricultor de Guarapuava: José Silvério de Oliveira, situadas nas margens do rio Cascavel, hoje o atual bairro Cascavel Velho, por Antônio José Elias, agricultor de Santa Catarina e primeiro morador oficial do município de Cascavel.

A partir de contato com Antônio José Elias, José Silvério de Oliveira obteve em arrendamento uma pequena lavoura junto ao entroncamento das trilhas. Ali fez abrir uma clareira e determinou a construção de algumas casas de pinheiro lascado. A data de chegada da família Silvério trazendo seus pertences, 28 de março de 1930, marca a fundação da cidade de Cascavel.

Uma sucessão de atos destinados a apurar a situação de domínio legal sobre as terras da encruzilhada dos Gomes, transformou repentinamente “Nhô Jeca” de arrendatário que era, em proprietário da terra, através de decreto nº 20, de 5 de

janeiro de 1931. José Silvério de Oliveira percebendo a amplitude de suas novas propriedades passou a oferecer terras àqueles com quem negociava, procurando proporcionar o máximo de vantagens, constituindo uma pequena cidade com um mercado consumidor, ampliando dessa forma seus negócios. O pioneiro de Cascavel é, portanto, um guarapuavano que se uniu aos migrantes provenientes do sul do país, trazendo conhecimento e algumas posses, fazendo com que a região comesse a produzir riquezas sem cessar. A encruzilhada hoje não existe mais. Com a organização do arruamento, estaria localizada nas proximidades da Avenida Brasil, esquina com a Rua Pio XII. Após a 2ª guerra mundial, a vinda de famílias gaúchas e catarinenses, proporcionou a exploração de outras riquezas como o plantio de café, erva-mate e extração de madeiras.

Na década de 40, o início do ciclo madeireiro trouxe mais famílias do sul, deslocamento chamado de frente sulista. Com a tradição do plantio do café e a melhoria dos preços, mais famílias vieram de outras partes do país, o que gerou a frente cafeeira. Em Cascavel e proximidades, as frentes de colonização se encontraram e contribuíram para o progresso do Município. Em homenagem a essas frentes, a administração pública construiu o Monumento ao Migrante, na praça Florêncio Galafassi, simbolizando as frentes migratórias que aqui se estabeleceram.

Em 1950, o censo demográfico apresentou uma população de 404 habitantes no município de Cascavel e o crescimento populacional era de 79% ao ano. A explosão madeireira impulsionou esse crescimento. A população rural, em função das características de ocupação das terras que vigoravam na época, era 61,12% do total da população do Município. Em 1951, Cascavel recebeu a visita do governador Bento Munhoz da Rocha Neto e com ele a proposta de criação do município. Foi através da lei estadual n.º 790/51, de 14 de novembro, sancionada pelo governador Bento Munhoz da Rocha Neto, que Cascavel desmembrou-se de Foz do Iguaçu, surgindo oficialmente o município de Cascavel.

A primeira tentativa de planejar o novo município foi a elaboração da primeira planta de Cascavel, ao longo da rodovia federal BR 277, obedecendo à faixa de domínio federal de 60 metros, sendo 30 metros para cada lado da rodovia. Anos depois, quando a engenharia do Exército e o Departamento Nacional de

Estradas de Rodagem - DNER resolveram retirar, por meio de variantes, os contornos da BR 277 de dentro das cidades atravessadas por ela, é que se pensou em fazer uma grande avenida dentro daquela faixa abandonada, criando-se a atual Avenida Brasil.

2.1.2 Histórico da Planta da Cidade

O município de Foz do Iguaçu cedeu uma área de 500 hectares para a formação do município de Cascavel, divididos em lotes foreiros, documento com direito de uso e posse, extinto pela lei municipal nº 79/57.

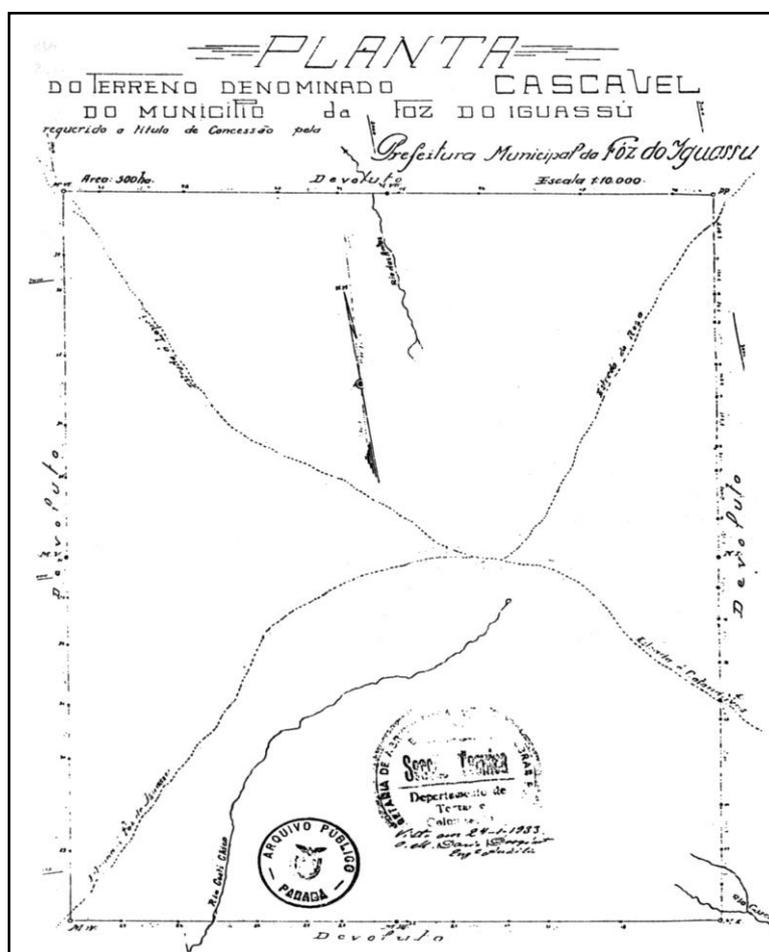


Figura 2 - Mapa do terreno denominado Cascavel

Fonte: SPERANÇA (1992).

Nessa primeira elaboração do mapa da cidade, percebe-se que houve a intenção de mostrar a presença do rio Cascavel, pois o traçado parte da região em que o rio nasce. Em 1959, a área cedida à Cascavel foi redividida e a planta foi aprovada por sentença administrativa pela lei municipal nº 90/59, de 03/11/59, correspondendo à planta do Patrimônio Velho, que abrangia a região da Rua 7 de setembro até a Rua Alferes Tiradentes, atual Rua Pres. Juscelino Kubitschek, e da Rua Manaus à Rua Cuiabá.

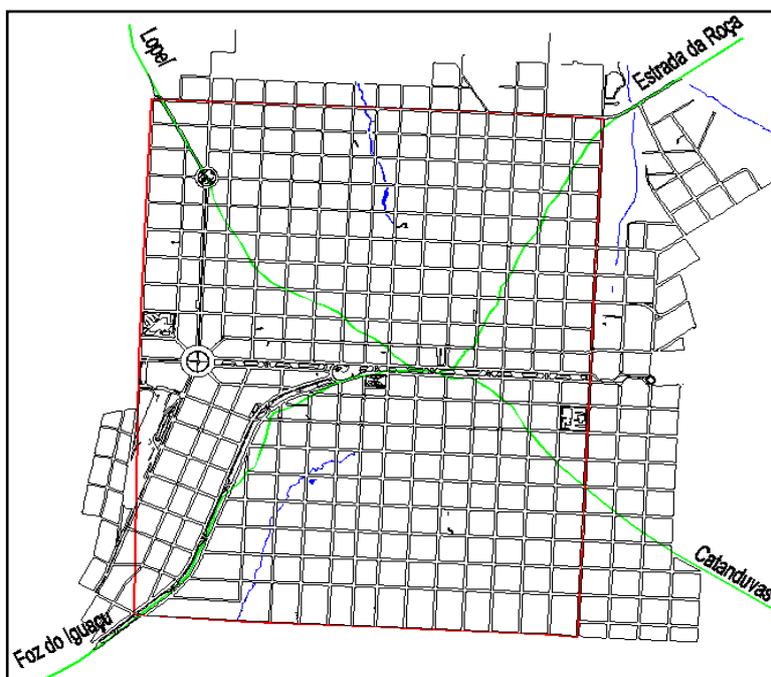


Figura 3 - Mapa do patrimônio velho, de acordo com a lei municipal Nº 90/59

Fonte: CASCAVEL (2002).

O Estado loteou o Patrimônio Novo, que abrangia da Rua 7 de setembro até o limite das Ruas José Bonifácio e Rosa Norma Vessaro, no Bairro São Cristóvão, do qual foi elaborada uma segunda planta, aprovada pelo estado.

A lei municipal nº 251/63 aprova a nova planta, unificando o Patrimônio Velho e Patrimônio Novo, surgindo, dessa forma, o atual centro da cidade. A seguir, percebe-se que o rio Cascavel passa a ter destaque na formação do mapa.

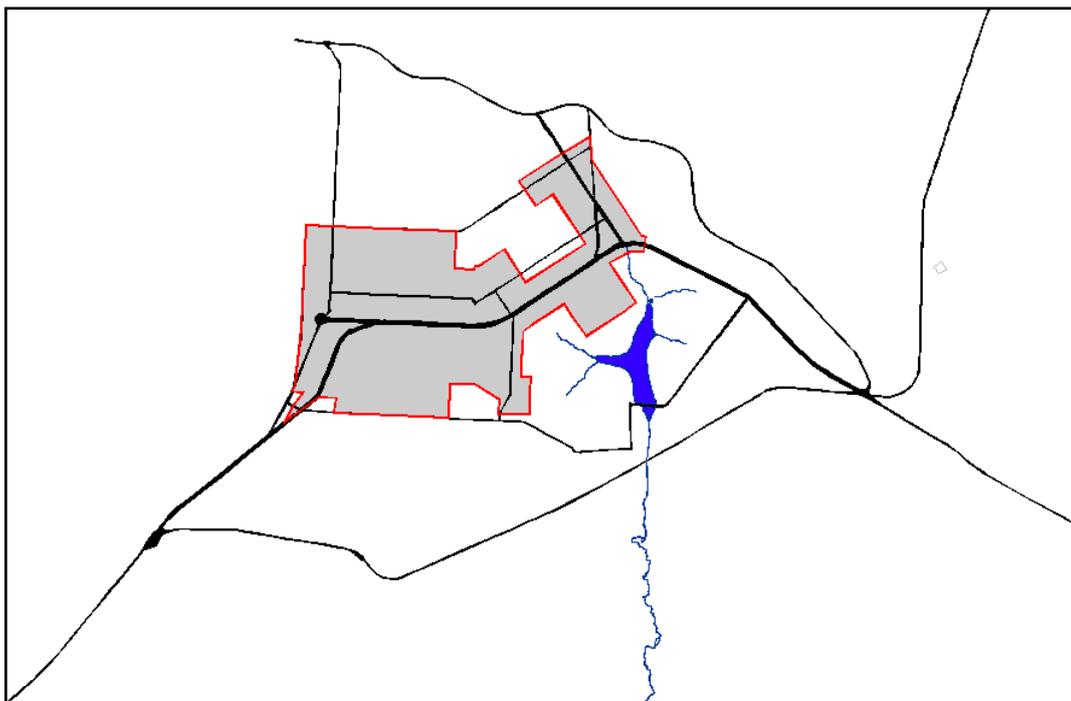


Figura 4 - Planta do centro da cidade atual, aprovada pela lei municipal N° 251/63.

Fonte: CASCAVEL (2002).

2.2 DADOS GEOFÍSICOS

2.2.1 Localização

O Município de Cascavel localiza-se na região Oeste do estado do Paraná, entre as latitude sul $24^{\circ} 57' 21''$ e longitude oeste $53^{\circ} 27' 19''$. Pertence ao Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, distante 515 km a oeste de Curitiba e a 143 km de Foz do Iguaçu.

Cascavel faz divisa com os municípios de Catanduvas, Três Barras do Paraná, Boa Vista da Aparecida, Lindoeste, Santa Tereza do Oeste, Toledo, Tupãssi, Cafelândia, Corbélia, Braganey e Campo Bonito.

O município possui altitude máxima de 780 metros acima do nível do mar, localizada no Colégio Nossa Sr^a Auxiliadora testada para a Rua Rio Grande do Sul, na área urbana.

A área total do Município de Cascavel é de 2.112,85 Km², sendo o perímetro urbano 80.87 km², conforme Lei Municipal nº 3.826, de 20/05/2004.

A população de 245.369 habitantes divide-se entre 228.673 residentes na zona urbana e 16.696 na zona rural, com um crescimento anual de 2,77%. Em 2003, a população foi estimada em 261.505 habitantes.

2.2.2 Hidrografia

O Município de Cascavel é banhado por uma extensa rede de drenagem que converge predominantemente para noroeste, sentido do Lago de Itaipu, dentro da qual predominam os rios São Francisco Lopeí e rio das Antas, além de numerosos córregos. Com vergência para norte, bacia do Piquiri, predominam os rios Iguá, Ano Novo, Piquirizinho, Tesouro, Sapucaia, Barreiros, Melissa, Boi Piguá, além de muitos córregos. Com vergência para o Sul, bacia do rio Iguazu, predominam os rios Cascavel, Tormenta, Andrada, Rio das Flores, Rio do Salto, Arquimedes, São José e também muitos córregos.

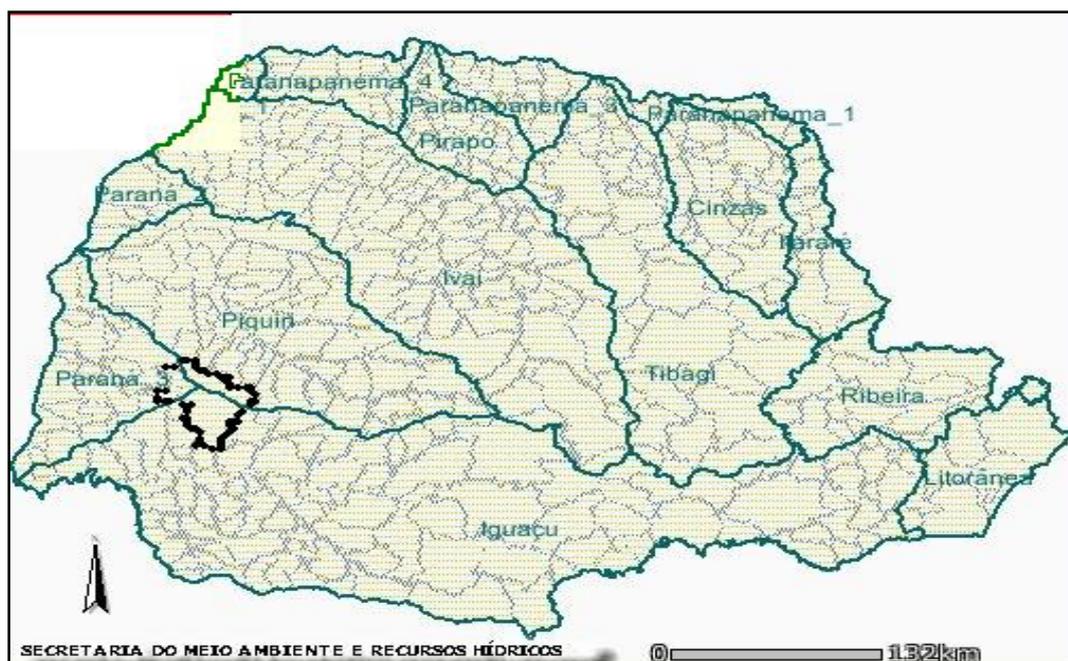


Figura 5 - O município de Cascavel faz parte de três bacias hidrográficas: bacia do Piquiri, bacia do Iguaçu e bacia do Paraná III.

Fonte: PARANÁ – SEMA (2004).

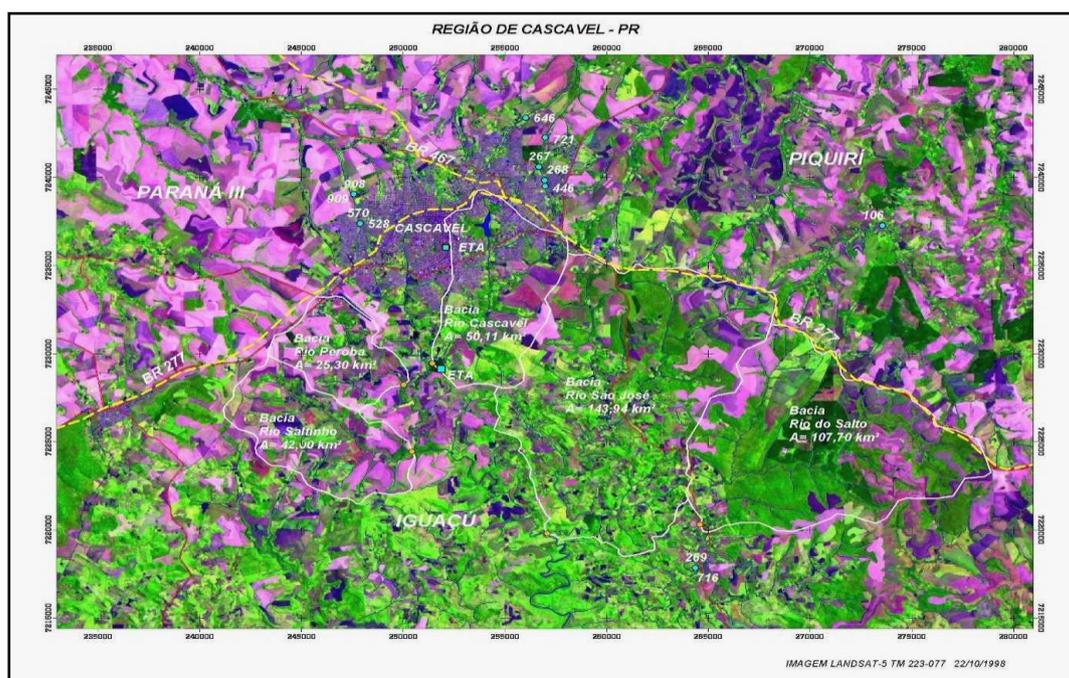


Figura 6- Encontro das 3 bacias hidrográficas, Bacia do Piquiri, Bacia do Paraná III e Bacia do Iguaçu, na área urbana do município de Cascavel

Fonte: PARANÁ –SEMA (2004).

2.2.3 Clima

Por sua posição geográfica, Cascavel possui um clima temperado e saudável a maior parte do ano. No inverno está sujeito a geadas e no verão a temperaturas elevadas.

De acordo com a classificação climática de Wladimir Köeppen, trata-se de um clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida.

A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22°C e a dos meses mais frios é inferior a 18°C. A umidade relativa do ar gira em torno de 75% e os ventos sopram na direção nordeste/sudoeste e leste/oeste com velocidade média entre 33km/h e 46 km/h.

2.2.4 Vegetação

A vegetação original do tipo subtropical caracteriza-se pela ocorrência de dois tipos de florestas: florestas de matas de araucárias e florestas da bacia do Rio Paraná e Rio Uruguai, em que predominam árvores de grande porte, porém apresentam-se modificadas em razão das atividades intensas da agricultura e da agropecuária.

2.2.5 Solo

O solo da região é classificado como latossolo roxo, terra roxa estruturada (LR d6; TR) e apresenta solos profundos, com boa capacidade de retenção de água, aeração e permeabilidade.

2.2.6 Fisiografia

Com altitude média de 600 m acima do nível do mar, o relevo de Cascavel tem sua cota máxima de 866 m nas cabeceiras dos rios Iguá e Ano Novo, a leste da sede municipal de Cascavel. A cota mais baixa do município situa-se no seu extremo sudeste, junto ao rio Tormenta, com cotas em torno de 400 m.

A distribuição do relevo ao longo do território de Cascavel é representada por 50% de áreas planas ou suavemente onduladas e 50% de áreas com média a alta declividade, com desníveis de mais de 100 m ao longo dos vales escavados nos derrames basálticos.

2.2.7 Características Físicas de Bacias Hidrográficas:

Para caracterizar uma bacia hidrográfica, antes de tudo é necessário, conhecer suas características físicas e, ao estabelecer relação e comparação entre essas características e dados hidrológicos conhecidos, pode-se calcular valores em seções ou locais a serem estudados, onde não existam dados ou devido a fatores econômicos e físicos, a instalação de estações hidrométricas não seja possível.

2.2.8 Aspectos Hidrológicos da Bacia do Rio Cascavel

A Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel possui nascentes localizadas no perímetro urbano e apresenta fragilidade ambiental devido ao tipo de uso e ocupação do solo que atualmente é de natureza urbana e rural. Os pontos mais críticos dessa bacia são suas nascentes, localizadas na área urbana da cidade e a presença da rodovia federal BR 277 que, por cruzar toda a região da bacia, em caso de acidentes com cargas perigosas, pode inclusive comprometer o abastecimento de água da cidade. O restante da bacia encontra-se na área rural.

O Rio Cascavel nasce na região do Lago Municipal e grande parte da área urbana está situada dentro da Bacia Hidrográfica, situação esta que à medida que se acelera o uso e ocupação do solo, agravam-se as condições ambientais da Bacia. A bacia hidrográfica do Rio Cascavel possui área de drenagem de 117.50 km² situada entre os paralelos 24° 32' e 25° 17' de Latitude Sul e os meridianos 53° 05' e 53° 50' de Longitude Oeste, localizada na região Oeste do Estado do Paraná, outorgado pela portaria 036/1994-DRH, com vencimento em 2014 para captação de 362,50 m³/h, por 24 horas de funcionamento por dia.

A captação de água para o abastecimento da cidade é feita no Rio Cascavel e seus afluentes, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Captação de água para o abastecimento da área urbana

RIOS	CAPTAÇÃO
Rio Cascavel	15.93 M ³ /5min.
Rio Peroba	9.34 M ³ /5min.
Rio Saltinho	16.42 M ³ /5min.

Fonte: PARANÁ - SANEPAR (2002).

Tabela 2 - Bacia do rio Cascavel e seus afluentes dentro do município de Cascavel

Rio Tormenta (divisa Cascavel com Catanduvas)	Rio das Antas
Arroio Primeiro de Maio	Arroio do Veado
Arroio Três Picadas	Arroio Silveira
Córrego Xaxim	Arroio do Pinhalzinho
Arroio Vorá	Arroio das Capoeiras
Arroio Barreiro	Arroio Jacutinga
Rio das Flores	Arroio Tamanduá
Sanga Guabiroba	Rio Juventino
Arroio Pinhalzinho	Córrego Borges
Arroio Macuco	Arroio dos Lemes
Córrego Turvo	Córrego Seis
Sanga Água Fria	Córrego Arquimedes
Córrego São João	Arroio dos Buenos
Rio Andrada divisa de Cascavel com Lindoeste	Córrego Diamante
Arroio Bom Retiro	Córrego Lambari
Rio São Salvador	Arroio dos Picles
Córrego Barro Preto	Arroio da Lontra
Rio São José	Arroio Frederico
Arroio da Miséria	Arroio da Divisa
Arroio Mirim	Arroio da Grama
Arroio Saltinho	Rio Arquimedes
Arroio União	Arroio do Boi Morto
Arroio Caverna	Sanga dos Tibes
Arroio Leão	Arroio Sangão
Arroio Pedregulho	Córrego Cajati
Rio do Salto	Rio do Oeste
Córrego Mauá	Arroio do Rocha
Córrego Soledade	Arroio Tigre
Arroio dos Coatis	Arroio 47
Arroio São Sebastião	Arroio Perdido
Córrego Nelson	Arroio Marisco
Arroio Tristeza	Rio São Domingos
Lajeado São Roque	Arroio Três Barras(1)
Arroio Corneta	Arroio Vaca Morta
Arroio Três Barras(2)	Arroio do Lima
Arroio Formosa	Arroio Lagoa dos Patos
Arroio D' Água do Mel	

Fonte: CASCAVEL (2004 b).

Tabela 3 - Afluentes do rio Cascavel

Ribeirão da Paz ou Rio Peroba	Córrego Antonio
Córrego Jabuticabeira	Arroio Juvenal
Arroio Cascavel	Ribeirão Coati Chico
Córrego Milla	Arroio Capão do Tigre
Arroio Diogo	Arroio Farmácia
Arroio São Marcos	Córrego Gramadinho
Rio da Paz	Córrego Vilaka

Fonte: CASCAVEL (2004 b).

2.2.9 Características Físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel

Abaixo são apresentadas as características físicas da bacia:

- a. Tipo de vegetação: floresta remanescente do tipo subtropical perenifólias, onde predominam árvores de grande porte.
- b. Declividade da bacia: a declividade varia entre 8% e 15%, com altitudes entre 600m e 760m.
- c. Declividade do curso d'água.
- d. Rede de drenagem.
- e. Densidade de drenagem.
- f. Tipo do solo: latossolo roxo distrófico e terra roxa estruturada (L R d 6; T R).
- g. Área Total: 117,50 km².
- h. Forma: forma de pêra

Síntese das informações sobre captação superficial do sistema de abastecimento de Cascavel referente ao Rio Cascavel:

- Identificação do Manancial: Rio Cascavel.
- Bacia Hidrográfica: Rio Iguaçu.
- Coordenadas (UTM) X: 251.450.
- Coordenadas (UTM) Y : 7.229.450.
- Área Bacia Captação (km²): 50,11.
- Vazão Mínima Regional (l/s/km²): 4,0 a 5,0.
- Q_{10,7}(m³/h): 725,00.
- Vazão Média Regional: 20,0 a 26,0.
- Portarias de Outorgas: 0036/94-DIFLA.
- Vazão Outorgada: 362,50 m³/h.
- Regime de Bombeamento Outorgado (h/dia): 24.
- % Q_{10,7}: 50.
- Validade da Outorga: até 2014.

- Vazão Captada: 50% da vazão mínima.
- Regime de Bombeamento (h/dia): 15.
- %Q 10,7: 345,00.
- Área de captação: 50,11km².
- Coeficiente de Compacidade: 1,18.
- Fator de Forma: 0,38.
- Ordem da Bacia: 4^a.
- Extensão Média do Escoamento Superficial: (117,5 km).

2.2.10 Nascentes Recuperadas

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Cascavel (SEMA) desenvolveu três projetos de recuperação de nascentes do rio Cascavel, disponibilizando água potável à população.

As fontes já recuperadas são mostradas nas figuras a seguir.



Figura 7 - Fonte dos Leões – Jardim Nova York

Fonte: CASCAVEL (2004a)



Figura 8 - Encruzilhada de Cascavel - Cascavel Velho

Fonte: CASCAVEL (2004a).



Figura 9 - Nascente do Lago – Jardim Nova York

Fonte: CASCAVEL (2004a).

3 **SENSORIAMENTO REMOTO**

Desde o início dos tempos o homem explora seu habitat em busca de alimentos e de tudo que possa satisfazer suas necessidades. Essa busca tem trazido sérios problemas ao meio ambiente. Novas civilizações surgiram e com elas novas tecnologias, que permitiram ao homem novos modos de entender e utilizar o meio ambiente em benefício próprio.

A primeira forma de sensoriamento remoto desenvolvida foi a fotografia aérea, onde as primeiras tentativas de se fotografar regiões distantes, foi posicionando câmaras em torres ou montanhas e em níveis bem mais alto do que os objetos a serem fotografados. (CENTENO, 2003 p. 10).

O desenvolvimento tecnológico na área de sensoriamento remoto concentrou-se na utilização de elementos básicos como sensor (câmara fotográfica e os filmes usados) e a possibilidade de instalar câmaras em máquinas sobrevoando a superfície do terreno.

O desenvolvimento do sensoriamento remoto ocorreu nos anos de 1950 e 1960, com a invenção do computador que permitiu os avanços tecnológicos digitais (fotografia digital, imagens digitais) e, num segundo momento, com o avanço da tecnologia espacial, quando foi colocado em órbita o primeiro satélite artificial, em 1957, viabilizando plataformas espaciais para observar a Terra a distâncias nunca antes imaginadas.

Finalmente, em 1972, o *Earths Resources Technology Satellite* – ERTS, da NASA, foi colocado em órbita com a finalidade específica de coletar dados sobre os recursos naturais da Terra. Mais tarde, esse satélite daria origem à série Landsat. O ERTS passou a chamar-se Landsat 1, o primeiro da série. Depois disso, a França lançou o sistema SPOT, o Brasil e a China lançaram, em parceria, o sistema CBERS. Recentemente, a iniciativa privada passou a oferecer imagens coletadas de satélites comerciais que proporcionam aos profissionais, informações eficientes e

racionais em benefício do desenvolvimento da sociedade aliado à preservação do meio ambiente.

Para FUSSEL (1986 p. 1508), as definições adequadas sobre sensoriamento remoto devem contemplar elementos como:

- aquisição, coleta e registro sem necessidade de entrar em contato com o objeto;
- utilização de regiões do espectro eletromagnético que incluem e excedem a região visível;
- uso de instrumentos localizados em plataformas móveis;
- transformação simbólica dos dados coletados por meio de técnicas de interpretação ou técnicas de reconhecimento de padrões utilizando computadores.

Essas informações são obtidas através da radiação eletromagnética, desde que ela possa chegar diretamente ao sensor. No entanto, isso pode não ocorrer em todas as partes do espectro eletromagnético devido à transmissividade atmosférica ser variável para os diversos comprimentos de onda. Essa variação atmosférica ocorre quando a radiação solar é atenuada pelos gases e aerossóis que a compõem. Gases como oxigênio, ozônio, vapor d'água e gás carbônico, absorvem a energia eletromagnética em determinadas bandas do espectro tornando a atmosfera intransmissível à radiação nestas bandas.

GUPTA (1991) define espectro electromagnético como “a classificação da energia electromagnética segundo o comprimento de onda ou a frequência da energia”. As frequências são variáveis contínuas, assim como os valores do comprimento de ondas podem variar desde valores muito pequenos na ordem de angstrom, até valores na ordem de centímetros ou metros (microondas).

3.1 O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

A radiação eletromagnética propaga-se no vácuo a uma velocidade de 300.000 m/s. A intensidade da radiação varia senoidalmente e está correlacionada diretamente ao comprimento de onda e à frequência. O comprimento de onda (λ) é definido pela distância média entre dois pontos semelhantes da onda como, por exemplo, dois mínimos ou dois máximos. A frequência (f) é o valor recíproco do período das ondulações, ou seja, do intervalo de tempo entre dois pontos consecutivos de mesma intensidade. A fonte principal de radiação natural é o sol, que emite, a uma temperatura de 6000 K, grandes quantidades de energia em um espectro contínuo.

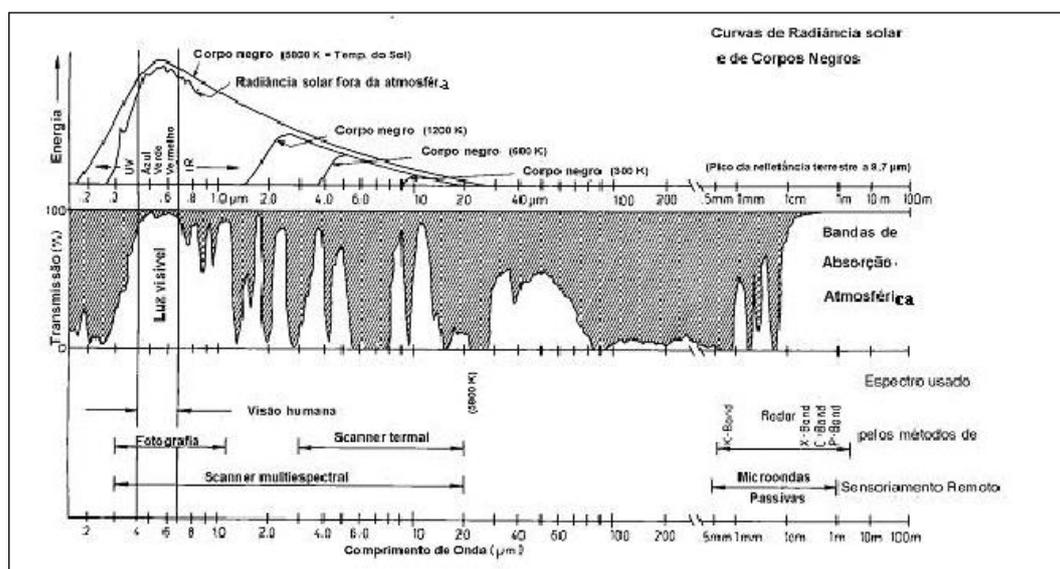


Figura 10 - O espectromagnético, a transmissividade atmosférica e os comprimentos de onda usados em sensoriamento remoto

Fonte: KRONBERG (1984).

3.2 RESOLUÇÃO DAS IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Para CENTENO (2003), no sensoriamento remoto, a finalidade de cada estudo é que determinará quais as características das imagens a serem utilizadas. O conteúdo de informações de uma imagem é dado em função de resoluções que se apresentam em quatro categorias independentes: resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal.

3.2.1 Resolução Espacial

A resolução espacial de um sistema é função da geometria da tomada da imagem. Pode-se ainda, definir a resolução de espacial de uma imagem como a área unitária de terreno representada por um *pixel* e quanto menor a distância entre a plataforma e o objeto, maior será a capacidade de distinguir detalhes. O grau de detalhe na imagem aumenta na medida em que o ângulo de visão instantâneo do detector diminui. Esse ângulo de visão é medido em radianos e conhecido como *Instantaneous field of view* - IFOV ou campo de visão instantâneo. O campo medido entre o primeiro e o último *pixel* de uma linha. De uma forma simplificada, o IFOV representa o tamanho do pixel.

3.2.2 Resolução Espectral

A resolução espectral está associada ao número de faixas e à largura das faixas espectrais, nas quais a radiação eletromagnética é medida. As faixas espectrais correspondem aos intervalos de comprimento de onda, nos quais o

sistema sensor opera. Quanto maior o número de faixas e menor a largura delas maior é a capacidade do sistema registrar diferenças espectrais.

3.2.3 Resolução Radiométrica

A resolução radiométrica está associada à sensibilidade do sensor. Se o sensor for eficiente terá capacidade de distinguir muitos níveis de energia. Caso o sensor tenha baixa resolução radiométrica, distinguirá poucos níveis de energia. A resolução radiométrica de uma imagem digital é medida pela quantidade de *bits* utilizados para armazenar dados correspondentes a um *pixel*. As imagens de sensoriamento remoto, geralmente, utilizam 8 *bits* com um total de 256 níveis de cinza, porém, existem sistemas que utilizam maior quantidade de *bits*, como por exemplo, o sistema Ikonos que armazena 11 *bits*, permitindo 2048 níveis diferentes de cinza.



Figura 11 - Comparação entre uma imagem com resolução radiométrica de 1 *bits* (a esquerda) e uma imagem com resolução radiométrica de 5 *bits* (a direita).

Fonte: CRÓSTA (1993).

3.2.4 Resolução Temporal

A resolução temporal corresponde ao mínimo intervalo de tempo entre a aquisição de duas imagens consecutivas de uma mesma área. Quanto maior for o intervalo de tempo menor será a resolução temporal. A resolução temporal de muitos sistemas orbitais está condicionada pelas características de sua órbita. Alguns sistemas têm capacidade de orientar seus sensores em diferentes direções, de tal modo que, durante o sobrevôo de uma plataforma, ela pode obter dados de regiões de uma órbita vizinha, tornando a resolução temporal, desse tipo de sistema, menor que o tempo entre duas passagens sucessivas acima do mesmo ponto. O movimento de satélites, sincronizados com a rotação da Terra, determina o período entre duas passagens sucessivas sobre o mesmo ponto. Quando não existe uma sobreposição entre faixas adjacentes nem possibilidade de visão lateral, este intervalo corresponde à resolução temporal.

3.3 RESPOSTA ESPECTRAL DE ALVOS MAIS COMUNS

Cada objeto existente na Terra apresenta comportamento espectral variado, mesmo que sua natureza seja similar, pode refletir energia de forma diferente, devido ao estado ou posição em que se encontra. Como exemplo, pode-se citar uma árvore seca e outra sadia, com intensa produção de clorofila. Embora existam diferenças espectrais, é possível distinguir a vegetação de outros alvos existentes na superfície, como água e solo (CENTENO, 2003).

Nas características espectrais da vegetação, a curva de referência é associada às características das folhas que são os elementos mais visíveis numa imagem obtida desde o espaço, pois sua reflectância na região do visível é determinada pela presença de pigmentos. Essa presença de pigmentos se dá por que a folha absorve muita energia em comprimento de ondas, associados às cores azul e vermelho, para a produção de pigmentos. Uma planta doente ou seca tem sua produção de clorofila diminuída, não necessitando que as folhas absorvam muita energia. Com isso as folhas passam a refletir nas faixas do azul e principalmente no vermelho, originando a cor amarelada ou marrom das folhas secas, na imagem.

Outro fato importante é que a energia eletromagnética na região do visível, além de produzir a clorofila, produz os pigmentos caroteno e xantofilas (amarelo) que também são responsáveis por uma banda de absorção na faixa azul. Isso ocorre no outono, quando a absorção de clorofila cai e a folha fica amarelada devido à reflexão baixa na faixa azul e aumentada na faixa vermelha, pela presença do pigmento antocianina.

Nas características espectrais da água, a curva de reflectância da água é baixa, quando comparada com as curvas do solo e da vegetação. Isso ocorre porque a água absorve toda a energia solar incidente em comprimentos de ondas superiores a 0,7 *micras*. A presença de sedimentos em suspensão, clorofila e macrófitas, altera a resposta espectral da água ao refletir.

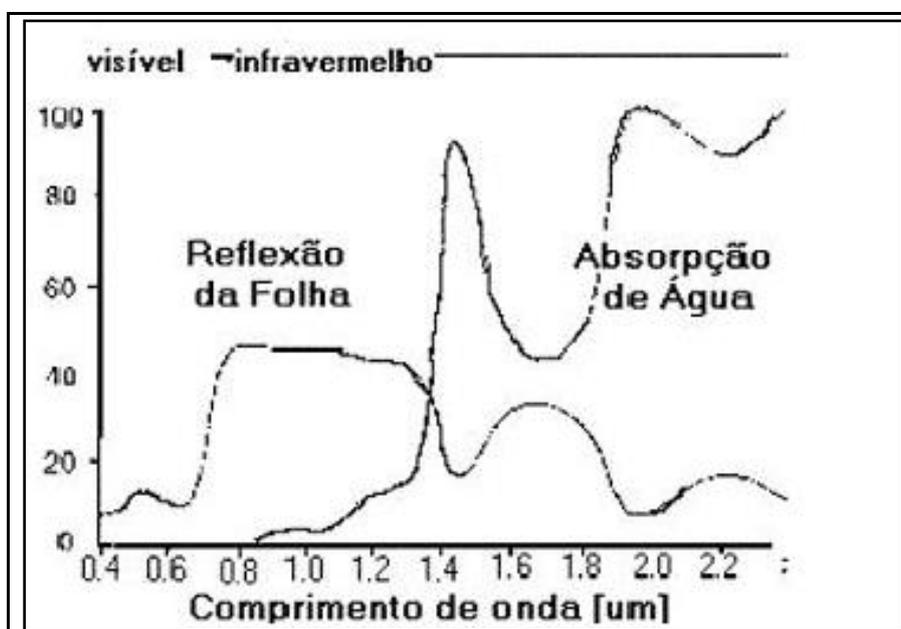
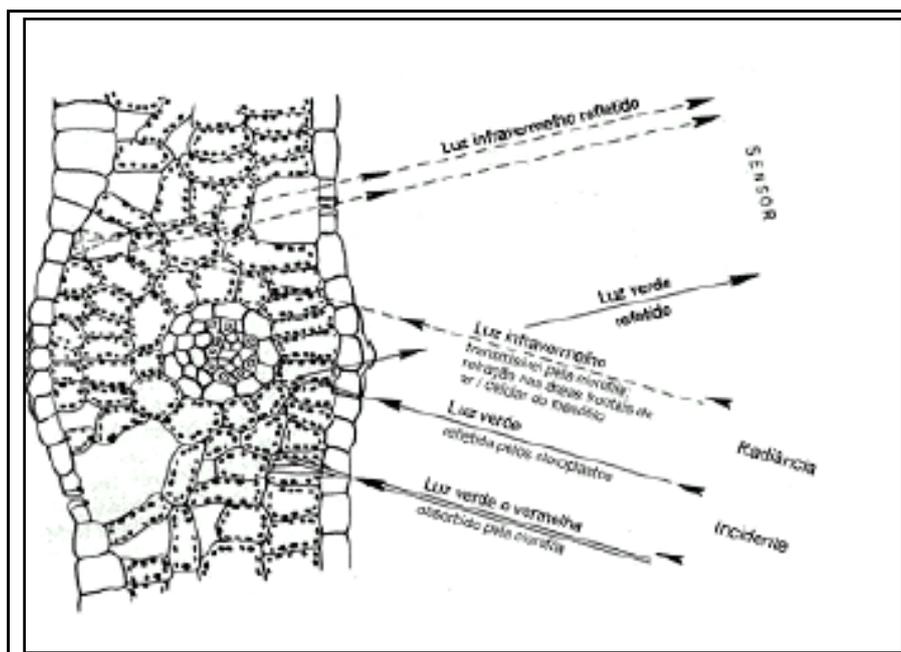


Figura 12 - Representação do comportamento típico de uma folha verde em dois momentos.

Fonte: KRONBERG (1984).

No caso dos solos, fatores como umidade, matéria orgânica, óxido de ferro e as propriedades físicas do solo tornam difícil a determinação das características espectrais dos solos. Os solos apresentam uma mistura complexa desses elementos

com propriedades físicas e químicas diferentes. Esses elementos contribuem de forma diferente para a resposta do solo como um todo.

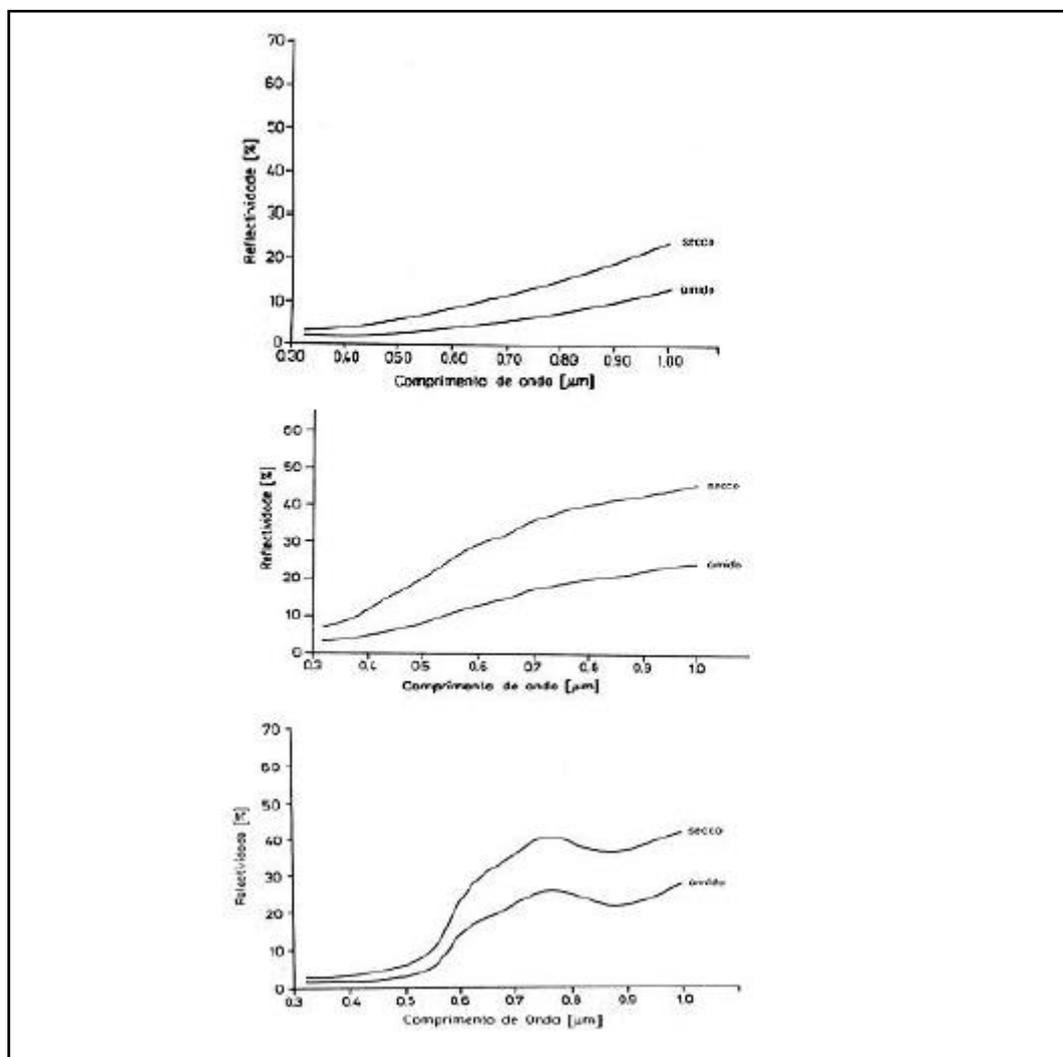


Figura 13 - A refletividade de um solo chernozêmico, um solo argiloso e um solo laterítico, respectivamente, no VIS e NIR, em função da umidade

Fonte: KRONBERG (1984).

3.4 ANÁLISE DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO.

O sensoriamento remoto tem como finalidade principal a dedução de informações úteis a partir de imagens de satélites. Isso é possível a partir da análise dos dados armazenados na imagem, buscando associá-lo ao mundo real. Para executar essa tarefa existem várias opções e escolhê-las, vai depender do trabalho que será executado. A análise visual apresenta vantagens quando feita por um intérprete dotado de conhecimento e experiência, que fará análise da imagem aplicando outros dados à interpretação, enriquecendo o trabalho.

A análise automática baseia-se em algoritmos numéricos, em que o processamento digital oferece vantagens não alcançadas na análise visual. Como exemplo, pode-se citar a utilização de todas as bandas espectrais, que é um processo ágil e que viabiliza a interpretação de grandes áreas com facilidade, porém, combinar a análise visual com técnicas digitais garante maior dinâmica à interpretação de imagens sem perda de qualidade nos resultados.

3.5 CORREÇÕES GEOMÉTRICAS

Uma imagem de sensoriamento remoto é uma representação bidimensional da superfície terrestre e pode apresentar incoerências geométricas em relação à realidade em que se encontra, ou seja, a posição dos objetos que aparecem na imagem poderá ou não ser considerada correta. Tudo dependerá da análise a ser feita. Por exemplo, se for efetuada uma análise visual ou uma interpretação simples dos dados, os erros não serão significativos. Porém, se a intenção for de delimitar

áreas ou medir distâncias entre os pontos na imagem, será necessário corrigir as distorções antes de qualquer análise.

Os erros geométricos ganham maior relevância na produção de mapas com a utilização do sensoriamento remoto e a integração de seus dados com o sistema de Informações Geográficas. A origem dos erros geométricos está na posição relativa do sensor em relação ao plano no qual estão localizados os objetos, na oscilação no deslocamento do sensor ou ainda, no movimento da Terra durante a aquisição dos dados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A área da pesquisa foi delimitada a partir da interpretação visual de divisores de água tendo como base as curvas de nível, com equidistância de 20 m, digitalizadas das cartas topográficas restituídas pelo exército brasileiro na escala 1:50.000.

O Rio Cascavel nasce na região do Lago Municipal que apresenta uma urbanização acelerada, agravando as condições ambientais da Bacia. A bacia hidrográfica do Rio Cascavel possui área de drenagem de 117.50 km² situada entre os paralelos 24° 32' e 25° 17' de Latitude Sul e os meridianos 53° 05' e 53° 50' de Longitude Oeste, localizada na região Oeste do Estado do Paraná. Apresenta cotas topográficas, máxima e mínima de, respectivamente, 767 e 580 metros e está outorgado pela portaria 036/1994-DRH, com vencimento em 2014 para captação de 362,50 m³/h por 24 horas de funcionamento por dia.

A área urbana da bacia encontra-se em processo acelerado de urbanização, e a população urbana já se aproxima de 32.321 habitantes. Com a formação do Lago Municipal, aumentou o número de loteamentos, aumentando a densidade populacional e os problemas de drenagem e poluição dos cursos d'água da região. Essa expansão populacional aumentou ainda a produção de resíduos sólidos que acabaram indo para o sistema de drenagem urbana.

Os *softwares* utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram: *ARC VIEW* 3.2a e o *AUTO CAD* 14. Os registros cadastrais foram executados por órgãos oficiais: Prefeitura Municipal de Cascavel, Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, Minérios do Paraná S/A - MINEROPAR, Universidade Federal do Paraná e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As imagens do satélite TM/Landsat/2002, com resolução espacial de 30 metros, foram disponibilizadas pela Universidade Federal do Paraná.

Inicialmente, foi gerado um banco de dados georreferenciado no *software* *ARC VIEW* 3.2a, para gerenciar e padronizar as informações coletadas nos órgãos

oficiais mencionados acima. Esses dados foram utilizados na confecção dos mapas utilizados neste trabalho. Em seguida, foi aplicada uma correção geométrica na imagem, utilizando como referência pontos de controle identificados na base cartográfica digital do município de Cascavel, restituída pelo vôo do ano 1995.

Para a geração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal na área rural utilizou-se o *software* *ARC VIEW* 3.2a, aplicado sobre a imagem TM/Landsat do ano de 2002. Os dados mapeados na área urbana foram elaborados no *software* *AUTO CAD* e convertidos para o formato de arquivos *shapefile*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas neste estudo, sobre a bacia hidrográfica do rio Cascavel, permitiram caracterizar as formas de uso e ocupação do solo e avaliar os seus impactos sobre o ambiente, principalmente sobre a qualidade do manancial de abastecimento, cujos principais agentes poluidores são o esgotamento sanitário nas áreas urbanas e os agrotóxicos nas áreas rurais.

A Bacia do Rio Cascavel possui nascente localizada no perímetro urbano e apresenta fragilidade ambiental devido ao tipo de uso e ocupação do solo que, atualmente, é de natureza urbana e rural. Os pontos mais críticos da bacia são suas nascentes, localizadas na área urbana e a presença da rodovia federal BR 277 que, em caso de acidentes com cargas perigosas, pode comprometer o abastecimento de água de Cascavel. A apresentação e discussão dos resultados desta pesquisa é realizada, primeiramente, sobre a parte urbana da bacia (PUB) que corresponde a 16,95 km² e, em seguida, sobre a sua parte rural (PRB).

A Figura 1 (Apêndice A) apresenta a PUB com divisões por bairro e identificação do sistema de coleta de lixo feito pela Prefeitura Municipal. Observa-se nessa Figura que, em 67,25% da PUB, a coleta do lixo atende entre 60 e 80% das ocupações residenciais e comerciais. Nas outras áreas em que se faz coleta de lixo (32,75% da PUB) o sistema de coleta atende de 80 a 100% da área. Ao todo, são coletadas 200 toneladas de lixo por dia, no município de Cascavel.

Na Figura 2 (Apêndice A) é apresentado o sistema de coleta de esgoto na PRUB, realizado pela SANEPAR. Analisando-se os dados dessa Figura, é possível verificar que há uma heterogeneidade na forma de atendimento da população por esse serviço. Em 27,32% da área da PUB, a coleta atende, no máximo, a 20% das ocupações; Em 18,23%, 26,55% e 15,10% da PUB o atendimento se dá, respectivamente, entre 20 a 40%, 40 e 60% e 80 a 100% da mesma.

O sistema de galerias de águas pluviais está representado na Figura 3 (Apêndice A). Em 18,94% da PUB, o sistema de galerias atende até 20% da área

citada, enquanto que, em 7,43% da área o atendimento se dá entre 20 e 60% e, em 62,83%, a drenagem urbana é feita em 80 a 100%.

A frequência da coleta de lixo é apresentada na Figura 4 (Apêndice A). Verifica-se por essa figura que, em 63,72% da PUB, a coleta de lixo é feita em período diurno, às segundas, quartas e sextas-feiras; em 12,45% da PUB a coleta é feita nas terças, quintas e sábados, em períodos diurnos. Em 23,83% da PUB a frequência de coleta é diária e realizada no período noturno.

O processo de urbanização da bacia do rio Cascavel, mostrado na Figura 5 (Apêndice A), corresponde a 12,09%, 38,41%, 0,83% e 7,50% da PUB ocorrida, respectivamente, nas décadas de 60, 70, 80 e 90. Entre os anos 2000 e 2005 ocorreram três loteamentos na PUB, próximos aos seus corpos hídricos. Isso resultou num processo de impermeabilização do solo com a pavimentação das vias públicas, áreas de telhados e calçadas das ocupações residenciais, comerciais e industriais, como mostrado nas Figuras 6 e 7 (Apêndice A). Observando-se a Figura 5 (Apêndice A), é possível verificar que 0,65% da PUB apresenta impermeabilização da ordem de 40%, 19,17% da PUB possui de 40 a 60% de área impermeável e em 67,55% da PUB a impermeabilização atinge níveis entre 80 e 100% da área.

Como forma de limpeza pública da PUB, o sistema de varrição é feito conforme apresentado na Figura 8 (Apêndice A). Observa-se na referida figura que em 55,63% da PUB o sistema de varrição atende até 20% da área, em 9,91% da PUB o sistema ocorre sobre 20 a 40%, em 16,34% a varrição atende de 40 a 60% da área e em 6,31% da PUB a varrição é atende de 80 a 100%. As áreas em branco na Figura 8 (Apêndice A) correspondem à vegetação.

A parte rural da bacia hidrográfica do rio Cascavel (PRB), com sua forma de uso e ocupação, é apresentada na Figura 9 (Apêndice A). Dos 1387,4 ha da PRB, 616,64 ha estão ocupados com exploração de culturas agrícolas anuais; 212,59 ha correspondem a solos expostos e 66,85 ha são de mata nativa; 242,85 ha correspondem à mata ciliar que se encontra na margem dos cursos de água. Em 248,47 ha da PRB não foi possível definir a sua forma de uso.

Analisando-se as figuras apresentadas acima, observa-se as diferentes maneiras de como a varrição está sendo conduzida na área urbana da bacia. Aos domingos ela é realizada somente em uma rua que dá acesso ao Lago Municipal. Nas terças e sextas-feiras somente na área central da cidade que abrange uma parte da bacia em estudo. Nas demais ruas da bacia não ocorre varrição. Essa situação pode acarretar problemas de qualidade da água superficial e de obstrução dos canais de drenagem natural.

A erosão decorrente das chuvas deposita terra e lixo no sistema de drenagem urbano e nos córregos. A disposição inadequada do lixo em lotes baldios, córregos e rios obstrui os bueiros e prejudica o escoamento da vazão dos cursos d'água. A impermeabilização do solo é responsável pelo crescente volume d'água que não consegue se infiltrar e escorre rapidamente para bocas de lobo ou córregos.

A cidade de Cascavel possui, aproximadamente, 5.000 quadras com um número de lotes que varia entre 12 e 22, conforme a quadra. A maior parte dessas quadras já está com ocupação superior a 6 lotes.

A deteriorização da qualidade da água pode ocorrer devido ao crescimento demográfico, ocupação acelerada do solo e muitas outras formas que acabam comprometendo os recursos hídricos disponíveis para o consumo humano, aumentando o risco de doenças por veiculação hídrica. Por isso, a construção de rede de esgoto é importante, para evitar todos os possíveis danos ao meio ambiente, atendendo aos aspectos legais. Na região da bacia hidrográfica a cobertura atinge mais de 50% com rede implantada para coleta e tratamento de esgoto, porém, o tratamento ocorre fora da bacia devido à necessidade do corpo receptor ter as características exigidas pela Resolução 20/1986 do CONAMA.

O sistema de galeria de águas pluviais traz a realidade sobre o escoamento superficial, enquanto que o nível de asfaltamento da área alerta para a impermeabilização na bacia.

A área rural da bacia (Figura 9, Apêndice A) apresenta na sua forma de uso e ocupação a implantação de culturas anuais correspondente a 44,44% da área; em 15,32% apresenta solos expostos, provavelmente, em fase de preparo para uso agrícola. A área com vegetação nativa representa somente 4,82%, enquanto que a

faixa de mata ciliar corresponde a 17,50% da PRB. Por fim, há 17,92% da PRB que não foi possível identificar a forma de uso e ocupação direta e que representa outras formas de uso agrícola e pecuário.

6 CONCLUSÕES

A bacia do rio Cascavel apresenta um processo de urbanização bastante avançado, com elevado índice de impermeabilização do solo, numa área correspondente a 16,95 km², em um local que apresenta alta fragilidade devido à presença de nascentes e reservatório.

A parte rural da bacia, correspondente a 1387,40 ha, apresenta uso agrícola intenso, com baixa reserva de matas nativas e ciliares. Portanto, devido à forma de uso e ocupação, a bacia do rio Cascavel apresenta fragilidade ambiental, com risco potencial de contaminação dos seus recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

BUSCHBACHER, R. **Quinhentos anos de destruição no Brasil: Um Balanço do Meio Ambiente**. Brasília – DF: WWF Brasil, 2000, 24 p.

CASCAVEL. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Fotos do acervo da secretaria**. Cascavel: SEMA, 2004a.

CASCAVEL. Secretaria Municipal de Planejamento. **Mapa do patrimônio velho de acordo com a lei municipal Nº 90/59**. Cascavel: SEPLAN, 2002.

CASCAVEL. Secretaria Municipal de Planejamento. **Cartografia Municipal**. Cascavel: SEPLAN, 2004b.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens**. Curitiba: UFPR. 2003.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, Instituto de Geociências, Departamento de Metalogênese e Geoquímica, 1993.

FUSSEL, J D R. **Photogrammetric Enginnering and Remote Sensing**, v. 52 1507-1511, 1986.

GUPTA, R. **Remote Sensing Geology**. Berlim - Heidelberg: Springer, 1991.

KRONBERG, P. **Fernerkundung der Erde - Grundlagen und Methoden der remote sensing in der Geologie**. Enke-Verlag, Stuttgart. 1985.

PARANÁ. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. 2002.

PARANÁ. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. Imagem de satélite 2005.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente - SEMA. **Portal do meio ambiente.** Disponível em: <http://webgeo.pr.gov.br/website/gestão/viewer.htm>. Acesso em: 15/08/2004.

SPERANÇA, A. A. **Cascavel:** a história. Curitiba – PR: Lagarto: 1992.

TUCCI, M. E. C. Hidrologia: sistema e aplicação/ organizado por Carlos E. M. Tucci. 3ª ed. - Porto Alegre – RS. Editora da UFRGS. ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2002. 943 p.

APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA

