

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE JARDIM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

BRUNO GONÇALVES DE SOUZA

**EROSÃO PLUVIAL EM VIAS PÚBLICAS URBANAS DE
JARDIM – MS**

JARDIM

2011

BRUNO GONÇALVES DE SOUZA

EROSÃO PLUVIAL EM VIAS PÚBLICAS URBANAS DE JARDIM – MS

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Geografia da Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária
de Jardim, como pré-requisito para obtenção do grau de
Licenciado em Geografia.**

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

JARDIM

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, B. G. de

Erosão Pluvial Em Vias Públicas Urbanas de Jardim – MS / Bruno Gonçalves de Souza – Jardim: [s.n.], 2011.

80 f.

TCC (Graduação) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

1. Erosão hídrica. 2. Vias urbanas não pavimentadas. 3. Sudoeste de Mato Grosso do Sul. 4. Solos.

É concedida a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso, somente para fins acadêmicos científicos.

TERMO DE APROVAÇÃO**BRUNO GONÇALVES DE SOUZA****EROSÃO PLUVIAL EM VIAS PÚBLICAS URBANAS DE JARDIM – MS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Sidney Kuerten

Professor do Curso de Geografia, UEMS

Prof. Dr. Roberto Paixão Ortiz

Professor do Curso de Geografia, UEMS

Profa. Msc. Marilete Osmari

Professora do Curso de Geografia, UEMS

Jardim - MS, 30 de Novembro de 2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, por ser o melhor exemplo de ser humano, e, melhor exemplo de vida que tenho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram ao longo desses quatro anos de vida acadêmica. Aos meus pais que me apoiaram sem precedentes, aos meus irmãos Leandro e Ana Carolina que sempre me ajudaram e me entenderam quando eu tinha que abdicar parte do meu tempo aos estudos, em vez de estar com eles.

Agradeço também aos meus colegas de classe, especialmente a Maria Alice, Ercy, Luciana, Mário Sérgio e Mariéli. Dizem que na faculdade é que fazemos os amigos que levamos para vida inteira, por isso, espero manter vocês como meus amigos, e, obrigado por se tornarem parte especial da minha vida.

Por fim, um agradecimento especial ao meu orientador, o professor Dr. Sidney Kuerten, por ter me aceitado como orientado e por ter compartilhado seu conhecimento e demonstrado preocupação comigo para que pudesse desenvolver o melhor trabalho possível. Professor saiba que o admiro muito, você é uma pessoa super inteligente. Obrigado por nos fornecer as melhores aulas que já tivemos nesses quatro anos. Obrigado Professor Sidney por suas orientações e pela paciência demonstrada.

EPÍGRAFE

Não espere por uma crise para descobrir o que é importante em sua vida.
(Platão).

RESUMO

SOUZA, Bruno Gonçalves. **Erosão pluvial em vias públicas urbanas de Jardim – MS.** 2011. 79 p. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Jardim, 2011.

A erosão é a perda do solo pela remoção ou pelo transporte de partículas, sendo a água o principal agente erosivo. O solo constitui o recurso natural básico de um país, conservando-o devidamente, torna-se renovável. Todavia, sua utilização inadequada tem na erosão uma das mais graves consequências. O estudo da erosão e de seu impacto ambiental e o prognóstico de sua evolução com base na definição da suscetibilidade dos terrenos são imprescindíveis à definição das ações governamentais como: estabelecer prioridades para as áreas de aplicação de investimentos em obras corretivas, orientarem a expansão urbana, definir as adequações necessárias à implantação de obras viárias que atravessem áreas de alta suscetibilidade à erosão, e outras. Diversos estudos apontam que a erosão urbana está associada à falta de planejamento adequado que considere as particularidades do meio físico e às condições socioeconômicas atuais e futuras. O objetivo principal do presente trabalho de conclusão de curso é identificar e caracterizar as principais feições erosivas da cidade de Jardim.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão hídrica. Vias urbanas não pavimentadas. Sudoeste de Mato Grosso do Sul. Solos.

ABSTRACT

SOUZA, Bruno Gonçalves. **Pluvial erosion on public roads in the urban of Jardim – MS.** 2011. 79 p. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS, Jardim, 2011.

Erosion is the loss of soil by the removal or transport of particles, the water being the main agent of erosion. The soil is the natural resource base of a country, keeping it properly, it is renewable. However, their misuse has in an erosion of the most serious consequences. The study of erosion and its environmental impact and prognosis of its evolution based on the definition of the susceptibility of the land is essential to the definition of government actions such as setting priorities for areas of application for investment in remedial works, orient urban expansion, set necessary adjustments to the implementation of road works that cross areas of high susceptibility to erosion, and others. Several studies indicate that the urban erosion is associated with lack of proper planning that considers the particularities of the physical and socio-economic conditions today and tomorrow. The main objective of this course conclusion work is to identify and characterize the main erosional features of the Jardim City.

KEYWORDS: Water erosion. Urban roads unpaved. Southwest of Mato Grosso do Sul. Soils.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Jardim.....	37
Figura 2 – Fronteiras do Município de Jardim.	38
Figura 3 – Sede e Localidades do Município.	39
Figura 4 – Relevo de Jardim.....	41
Figura 5 – Solos do Município de Jardim.	43
Figura 6 – Hidrografia de Jardim.....	45
Figura 7 – Rede de Vias Asfaltadas.....	52
Figura 8 – Divisões das Áreas de Estudo.....	55
Figura 9 – Erosões na área central da cidade.	56
Figura 10 – Processos erosivos.....	57
Figura 11 – Processos erosivos oriundos de loteamentos.	58
Figura 12 – Erosão na Rua dos Heróis.....	59
Figura 13 – Antiga área alagada que foi drenada por obras da Prefeitura Municipal de Jardim.	60
Figura 14 – Jusante da área alagada.....	61
Figura 15 – Estágios erosivos na Rua Maracajú.....	62
Figura 16 – Rebaixamento de via pública realizado para obliteração de erosões por tratores.	63
Figura 17 – Erosão localizada na Rua Tacuru, não profunda, originária do fluxo concentrado.	64
Figura 18 – Processos erosivos na região sudeste da cidade de Jardim.....	65
Figura 19 – Erosões em vias públicas urbanas na cidade de Jardim. ..	68
Figura 20 – Erosões em vias públicas pontuadas no mapa urbano da cidade de Jardim.	69

LISTA DE TABELAS/GRÁFICOS

Tabela 1 – Valores de intensidade da Chuva	18
Tabela 2 – Grupos de práticas de contenção à erosão	32
Tabela 3 – Temperatura Média e Precipitação Média em Jardim no período de 1970 a 2000	46
Tabela 4 – População 2000 e 2010 – Brasil – Mato Grosso do Sul - Jardim.....	47
Tabela 5 – População Urbana e Rural.....	48
Tabela 6 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – ano 1991 e 2000	49
Tabela 7 – PIB do Mato Grosso do Sul e Jardim	49
Tabela 8 – Erosões nas vias públicas da cidade de Jardim	66
Tabela 9 – Amostragem por regiões de erosões nas vias públicas urbanas de Jardim	66
Gráfico 1 – Amostragem por regiões de erosões nas vias públicas urbanas de Jardim.....	67

LISTA DE SIGLAS

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
APP – Área de Preservação Permanente
SIG – Sistema de Informações Geográficas
ZGUA – Zoneamento Geográfico das Unidades Ambientais
FDCT – Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico
UNESP – Universidade Estadual Paulista
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
C.E.R.-3 – Comissão de Estradas e Rodagem nº 3
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
UEMS – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul
UNIGRAN – Centro Universitário da Grande Dourados
UNIDERP – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal
EADCON – Sistema Educacional à Distância por Teleconferência Digital
IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
PNUD – Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
PIB – Produto Interno Bruto
PRODETUR – Programa de Desenvolvimento do Turismo
COHAB – Conjunto Habitacional
DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO I: PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS E SEUS IMPACTOS	17
1.1. Fatores controladores	17
1.1.1. Erosividade da chuva.....	18
1.1.2. Propriedades do solo	19
1.1.3. Cobertura vegetal	19
1.1.4. Características das encostas	20
1.2. Processos erosivos.....	21
1.2.1. Infiltração, armazenamento e ocorrência de <i>runoff</i>	22
1.2.2. Escoamento superficial.....	24
1.2.3. Escoamento subsuperficial	24
1.2.4. Piping.....	25
1.2.5. Splash e formação de crostas	25
1.3. Formas erosivas originadas pela ação das águas pluviais.....	26
1.3.1. Erosão laminar	27
1.3.2. Erosão em ravinas	28
1.3.3. Erosão em voçorocas	29
1.4. Impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela erosão.....	30
1.5. Degradação dos solos	31
1.6. Estratégias de conservação dos solos	32
1.6.1. Políticas de conservação	33
1.6.2. Planejamento urbano	34
1.6.3. Abordagens de combate à erosão e conservação dos solos.....	34
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	37
2.1. Aspectos físicos	40
2.1.1. Relevo.....	40
2.1.2. Solos	42
2.1.3. Hidrografia.....	44
2.1.4. Vegetação	44

2.1.5. Clima	46
2.2. Aspectos socioeconômicos	47
2.2.1. População.....	47
2.2.2. IDH – Índice de desenvolvimento humano	48
2.2.3. Economia	49

CAPÍTULO III: EROSÃO EM VIAS PÚBLICAS URBANAS DE JARDIM 51

3.1. Materiais e métodos	53
3.2. Resultados e discussões	54
3.2.1. Região Central	54
3.2.2. Região Nordeste	56
3.2.3. Região Noroeste	59
3.2.4. Região Sudoeste	63
3.2.5. Região Sudeste	64
3.3. Mapeamento	65
3.4. Recomendações.....	67

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 72

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 74

INTRODUÇÃO

A erosão é um importante fenômeno na modelagem da paisagem terrestre e na redistribuição de energia no interior da bacia hidrográfica, podendo ocorrer naturalmente, ou desencadeado por fatores antrópicos. A água é o principal agente erosivo e caracteriza-se pela remoção e pelo transporte de partículas de solo ou de rocha (GUERRA, 2007, p 149).

Um dos principais motivos se darem seguimento às atividades relacionadas com as erosões dos solos é o de procurar mitigar os problemas advindos do processo erosivo, que, em seu último estágio, gera uma série de impactos ambientais (GUERRA, 2007, p. 197). Para que sejam aplicadas medidas preventivas e corretivas para conter o avanço do processo erosivo, se faz necessário obter o conhecimento de como a água realiza o trabalho de remoção, transporte e deposição dos sedimentos do solo através do escoamento nas encostas.

No Brasil a erosão está relacionada à falta de um planejamento adequado, que leve em conta as condições socioeconômicas, e não somente, o meio físico. Dentre as modificações geradas pela ocupação do espaço urbano, e que são responsáveis por importantes alterações no ciclo hidrológico nessas áreas, destaca-se a impermeabilização do terreno, através das edificações e da pavimentação das vias de circulação (SALOMÃO, 1999 apud MENDOÇA e GUERRA, 2004, p.236).

A erosão urbana é um dos principais problemas ambientais que afetam as cidades, assumindo formas assustadoras, destruindo a infraestrutura (ruas, guias, sarjetas, redes de água e esgoto, etc.), causando assoreamento nos reservatórios e leito dos rios, e agravando mais as enchentes (DAEE, 2010). A ocupação intensa dos terrenos próximos às erosões multiplica os riscos de acidentes. Além disso, geralmente as grandes erosões (denominadas voçorocas) tornam-se áreas de despejo de lixo, transformando-se em focos de doenças.

A erosão nas cidades acontece por falta de planejamento: ausência de pavimentação, traçado inadequado das ruas e deficiência no sistema de drenagem das águas de chuva e esgoto. O controle da erosão e a conservação do solo devem ocorrer simultaneamente, sendo que a conservação do solo não se limita à simples aplicação de determinado número de prática conservacionista, mas sim, todo um sistema de manejo de solo.

Uma das justificativas do estudo da erosão dos solos é o de se conhecer o comportamento dos fatores controladores, os processos erosivos básicos e a ação da água nas

diversas formas erosivas, bem como identificar o papel da ação antrópica na contribuição para o aumento de erosões (GUERRA, 2007, p 198).

Diante da existência de processos erosivos que ocorrem em vias públicas da cidade de Jardim, esta pesquisa teve por objetivo identificar e caracterizar os diferentes processos erosivos existentes nas vias públicas na área urbana de Jardim (MS), bem como propor medidas de contenção da ação das águas pluviais. Desta forma, uma vez que, compreendido a erosão como processo, suas causas e consequências, será possível diagnosticar sua ocorrência e, por conseguinte, propor estratégias próprias para recuperação de vias públicas.

Grande parte dos estudos de erosão de solos é dada pelos trabalhos de campo, no qual dados sobre a perda de solo e agentes controladores são coletados. A partir desses resultados são determinadas as estatísticas (GUERRA, 2007, p. 151).

No primeiro capítulo, para a compreensão dos processos erosivos existentes nas vias públicas urbanas de Jardim e os fatores relacionados, realizou revisões bibliográficas para subsídio teórico.

No segundo capítulo, procurou realizar a caracterização da área estudada, a fim de conhecer o objeto de estudo. Abordando os aspectos físicos e socioeconômicos do município de Jardim.

E no terceiro capítulo, as principais erosões existentes nas vias públicas foram pontuadas na figura urbana de Jardim, com auxílio de registros fotográficos e imagens de satélite. Em seguida realizou a análise dos impactos ambientais urbanos e econômicos causados por processos erosivos. Por fim, com base em estudos realizados com o mesmo propósito, procurou analisar soluções e propostas desenvolvidas para a recuperação de áreas degradadas, com o objetivo de direcionar ações voltadas para a realidade local, que se aplicadas permitirão mitigar o processo erosivo em vias urbanas da cidade de Jardim.

CAPÍTULO I: PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS E SEUS IMPACTOS

A erosão é a remoção física dos materiais pelos agentes de transporte (vento, gelo, água ou gravidade) ou pela ação do homem. Os solos possuem grande importância para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais, mas o homem vem dando pouca importância para este recurso tão valioso, no que diz respeito a seu manejo e conservação.

O solo é um dos recursos que o homem usufrui, sem ter a consciência que se faz necessário efetuar a sua recuperação. Para se captar maiores lucros, colheitas e realizar uma superprodução de alimentos o homem intensificou o uso de fertilizantes e pesticidas, o que causa um empobrecimento do solo, conseqüentemente susceptível a danos (GUERRA, 2007, p. 150).

No solo o desequilíbrio quase sempre é apresentado em forma de erosão, um processo de desagregação, transporte e deposição de seus constituintes (SILVA, 2007, p. 2). Embora a erosão esteja associada à área de práticas de agricultura, nos últimos, tem ocorrido em áreas utilizadas para transporte e recreação (MORGAN 1986 apud GUERRA 2007, p. 149). A partir das questões abordadas, esse capítulo aborda a erosão dos solos, partindo do pressuposto que seu estudo pode dar uma compreensão do problema.

1.1. Fatores controladores

Fatores controladores são aqueles que determinam as variações nas taxas de erosão, como: erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas. A intervenção do homem pode alterar esses fatores e catalisar ou retardar os processos erosivos (GUERRA, 2007, p. 149 – 150).

Os fatores podem ser subdivididos em dois grupos: erosividade e erodibilidade. A erosividade é causada pela ação das águas pluviais e a erodibilidade refere-se às propriedades inerentes aos solos como textura, estrutura, porosidade e profundidade (CASSETI, 2005, p. 149). Para se compreender onde e porque a erosão está ocorrendo faz-se necessário estudar com detalhamento esses dois fatores (MORGAN, 1986 apud GUERRA, 2007, p. 151).

1.1.1. Erosividade da chuva

A habilidade da chuva em causar erosão chama-se erosividade (HUDSON, 1961 apud GUERRA, 2007, p. 151). Embora essa definição seja simples, a determinação do potencial de erosão da chuva é mais complexa, pois depende dos parâmetros de erosividade e das características das gotas, que variam no tempo e no espaço.

Os parâmetros utilizados para investigar a erosividade são o total pluviométrico, a intensidade da chuva, o momento e a energia cinética.

O total pluviométrico é utilizado em alguns estudos de erosão para prever a erosão dos solos. O parâmetro é utilizado para se obter uma síntese do relacionamento entre chuva e erosão (GUERRA, 2007, p. 151).

A intensidade da chuva é um parâmetro determinado em várias estações meteorológicas e é importante em estudos que relaciona a energia da chuva e os processos erosivos, possui papel crucial nas taxas de infiltração. Stocking (1977 apud GUERRA, 2007, p. 152) aponta que a partir do encharcamento do solo, a infiltração diminui rapidamente, variando de acordo com as propriedades do solo, características das encostas, cobertura vegetal e do próprio tipo de chuva.

A intensidade da chuva tem sido utilizada por vários pesquisadores que têm tentado procurar um valor crítico, a partir do qual começa a ocorrer erosão dos solos, no entanto, é difícil estabelecer um valor universal, devido a outros fatores que também influenciam no processo. Conforme a tabela 1 é possível visualizar alguns valores de intensidade das chuvas proposto por pesquisadores do assunto.

Tabela 1 – Valores de intensidade da Chuva

	Intensidade da Chuva
Hudson, 1961	25 mm/h
Morgan, 1977	10 mm/h
Ritcher e Negendank, 1977	6 mm/h
Boardman e Robinson, 1985	5 mm/h

Fonte: GUERRA, 2007, p.153.

A erosão é um processo que envolve o dispêndio de energia, e a principal fonte dessa energia é a chuva, então, existe uma relação entre o momento e erosão do solo (HUDSON, 1961 apud GUERRA, 2007, p. 153).

O momento é o resultado entre a massa e a velocidade da gota de chuva. Relacionado à remoção de partículas do solo, porque é força ou medida da pressão, por unidade de área, que tem a natureza do esforço mecânico (KINELL, 1973 apud GUERRA, 2007, p. 153).

A energia cinética é definida por Goudie (1985 apud GUERRA, 2007, p. 153) como “a energia devida ao movimento translacional de um corpo”. A energia cinética da chuva está relacionada com sua intensidade, pois é a energia do número total de gotas de um evento chuvoso (EVANS, 1980 apud GUERRA, 2007, p. 153). Todos esses parâmetros têm sido utilizados com maior ou menor frequência para predizer perda do solo.

1.1.2. Propriedades do solo

As propriedades do solo são de grande importância nos estudos de erosão, porque, juntamente com outros fatores, determinam a maior ou menor suscetibilidade à erosão. Um aspecto importante, tanto na definição como no estudo da erodibilidade do solo, é que ela não é estática, mas, sim, uma função que depende do tempo. Várias são as propriedades que afetam a erosão dos solos, entre elas pode-se destacar: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e pH do solo.

A textura afeta a erosão, pois algumas frações granulométricas são removidas com mais facilidade do que as outras. A densidade aparente deve ser levada em conta, pois se refere à maior ou menor compactação dos solos. A porosidade é uma propriedade que afeta a erosão, pois à medida que a mesma diminui, ocorre redução de infiltração da água no solo. A matéria orgânica do solo é importante, pois, aumenta a estabilidade dos agregados oferecendo maior resistência à dispersão. Por fim o pH influencia direta ou indiretamente na capacidade de absorção de nutrientes do solo (GUERRA, 2007, p. 155 – 160).

Dessa forma, quando analisadas em um estudo, é preciso relacioná-las a um determinado período de tempo, pois podem evoluir transformando certos solos mais susceptíveis ou menos resistentes aos processos erosivos (GUERRA, 2007, p. 161).

1.1.3. Cobertura vegetal

O desenvolvimento de processos erosivos pode ser alterado pela presença ou não de cobertura vegetal. A existência de vegetação sobre o solo pode reduzir os efeitos da

enérgica cinética da chuva, e do papel da vegetação na formação de húmus, que afeta a estabilidade e teor de agregados.

A densidade de cobertura vegetal é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. O tipo de porcentagem da cobertura vegetal pode reduzir os efeitos dos fatores erosivos naturais (GUERRA, 2007, p. 161).

A cobertura vegetal serve como um meio de redução da quantidade de energia que chega ao solo durante um evento chuvoso, minimizando os impactos das gotas das chuvas, e, diminuindo a erosão dos solos (MORGAN, 1984 apud GUERRA, 2007, p. 161). Além de influenciar na interceptação das águas da chuva, atua também, de forma direta, na produção de matéria orgânica, que, por sua vez, atua na agregação das partículas constituintes do solo (GUERRA, 2007, p. 162-163).

1.1.4. Características das encostas

Os fatores relativos às encostas podem afetar a erodibilidade dos solos de diferentes maneiras: por meio da declividade, do comprimento e da forma da encosta. A perda total do solo representa uma combinação da erosão por ravinamento, causado pelo *runoff* (Fluxo hortoniano)¹, e da erosão entre as ravinas, pelos impactos das gotas da chuva. Sendo estes processos influenciados pela declividade das encostas causada pelo efeito da velocidade do *runoff* (HADLEY et al., 1985 apud GUERRA, 2007, p. 163).

A erosão pode diminuir em encostas muito íngremes, devido ao decréscimo de material disponível (MORGAN, 1986 apud GUERRA, 2007, p. 163). A propósito do efeito da declividade das encostas na erosão dos solos, Luk (1979 apud GUERRA, 2007, p. 163) chegou à conclusão, depois de estudar os solos da região de Alberta no Canadá, que os solos situados em encostas com 30° de declividade possuem maior propensão a erodibilidade.

Para Poesen (1984 apud GUERRA, 2007, p. 163 – 164) a declividade das encostas tem efeito positivo nas taxas de infiltração, pode-se chegar a essa conclusão através de análise da obtenção de menores taxas de formação de crostas, que aumentam a porosidade dos solos, nas declividades maiores.

¹ O fluxo hortoniano ocorrerá em qualquer parte das encostas sempre que a intensidade de chuva for mais elevada que a capacidade de infiltração do solo e após o preenchimento das micro depressões na superfície do terreno (NETTO, 2004, p. 8).

Sendo assim, a declividade não deveria ser analisada separadamente, mas em grupo de características da superfície do solo, que igualmente, afetam e ajudam na remoção do solo (GUERRA, 2007, p. 164).

Embora seja de aceitação que o comprimento da encosta influencia na erosão dos solos, esse não é um parâmetro fácil de ser avaliado, pois outras características influencia no *runoff*, como declividade, forma de encosta e propriedades do solo (GUERRA, 2007, p. 164).

No entanto, vários outros trabalhos apontam a constatação de que o *runoff* aumenta, em velocidade e quantidade, à medida que o comprimento das encostas aumenta. Por exemplo, os trabalhos de Kramer e Meyer (1969 apud GUERRA, 2007, p. 164) imputam que em encostas mais longas encontra-se as maiores velocidades de *runoff* e perda de solo. Compartilhando do mesmo entendimento Boardman (1983a apud GUERRA, 2007, p. 164), constatou que as causas do aumento da erosão, em West Sussex, área rural do sul da Inglaterra, ocorreram devido à retirada das cercas entre as pequenas propriedades, o que conseqüentemente, essa retirada, fez com que as encostas aumentassem de comprimento, passando de 90 para 200 metros.

Na erodibilidade dos solos as formas das encostas possuem um papel de extrema importância, pois, essas características relativas à declividade, comprimento e forma das encostas atuam em conjunto entre si e com outros fatores relativos à erosividade da chuva, bem como às propriedades do solo, promovendo maior ou menor resistência à erosão (GUERRA, 2007, p. 164 – 165).

1.2. Processos erosivos

O processo erosivo ocorre em duas fases, podendo variar em três fases. A primeira delas é a remoção (*detachment*) de partículas, a segunda efetuada pelos agentes erosivos é o transporte do material removido. A terceira ocorre somente quando não há mais energia suficiente para continuar havendo o transporte das partículas, esse material removido é depositado, ocorrendo à deposição do material retirado pelos agentes erosivos. Sendo estes processos relacionados aos percursos desenvolvidos pela água da chuva, no seu caminho entre a cobertura vegetal a superfície do solo. A erosão ocorre entre o momento que as forças que resistem à remoção excedem as forças que removem e transportam matérias (GUERRA, 2007, p. 165).

Para se compreender como a erosão ocorre e quais as suas consequências, é de extrema importância, entender os processos erosivos básicos e características relacionadas à infiltração, armazenamento e ocorrência de *runoff*, como ocorre o escoamento superficial e subsuperficial, e os processos de *piping*, *splash* e a formação de crostas. Só a partir de elucidadas estas questões que pode entender como ocorre à formação de erosões (GUERRA, 2007, p. 166).

1.2.1. Infiltração, armazenamento e ocorrência de *runoff*

O Ponto de partida do processo erosivo é o ciclo hidrológico. Guerra (2007, p. 166) explica:

Durante um evento chuvoso, parte da água cai diretamente no solo, ou porque não existe vegetação, ou porque a água passa pelos espaços existentes na cobertura vegetal. Parte da água da chuva é interceptada pela copa das árvores, sendo que parte dessa água interceptada volta à atmosfera, por evaporação, e outra parte chega ao solo, ou por gotejamento das folhas, ou escoando pelo tronco. A ação das gotas da chuva diretamente, ou por meio do gotejamento das folhas, causa a erosão por salpicamento (*splash*). A água que chega ao solo pode ser armazenada em pequenas depressões ou se infiltra, aumentando a umidade do solo, ou abastece o lençol freático. Quando o solo não consegue mais absorver água, o excesso começa a se mover em superfície ou em subsuperfície, podendo provocar erosão, através do escoamento das águas (GUERRA, 2007, p. 166).

Índice medidor da velocidade com que a água da chuva se infiltra no solo, as taxas de infiltração, exerce um importante papel sobre o escoamento superficial. Pela força da gravidade e pela capilaridade, essa água se infiltra no solo e envolve as partículas com uma fina película de água, sendo assim, durante um evento chuvoso, cada minúscula partícula de solo é envolvida por água. Devido a esse fator, as taxas de infiltração da água no solo são mais rápidas no início da chuva, e vão diminuindo até atingir o seu limite de infiltração (GUERRA, 2007, p. 166).

As características dos solos e a duração do evento chuvoso fazem com que ocorra variação das taxas de infiltração. Os solos arenosos, por possuírem textura mais grosseira, possuem uma taxa de infiltração maior que as dos solos argilosos (GUERRA, 2007, p. 167).

Em função de diferenças de estrutura ao longo do perfil, diferenças em graus de compactação e teor de umidade antecedente, as taxas de infiltração podem também variar bastante, em mesmo local. Determinações de campo, usando um infiltrômetro, demonstram

que os solos podem apresentar capacidade de infiltração média, com coeficientes de variação em torno de 70 a 75% (THORNES, 1979 apud GUERRA, 2007, p. 168). Eyles (1967 apud GUERRA, 2007, p. 168), realizou na Malásia a medição da capacidade de infiltração dos solos de uma mesma área, e observou diferentes valores entre 15 a 420 mm/h de variação, apresentando uma média de 147 mm/h.

Quando a capacidade de infiltração do solo for maior do que a intensidade da chuva, não haverá *runoff* (fluxo hortoniano). Mas se a intensidade da chuva exceder a capacidade de infiltração irá ocorrer o *runoff* (HORTON, 1945 apud GUERRA, 2007, p. 168). Mas nem sempre essa comparação entre capacidade de infiltração e intensidade é válida.

Estudos realizados por Morgan (1977 apud GUERRA, 2007, p. 169) na Inglaterra, em locais de solos arenosos, onde a infiltração do solo é maior de 400 mm/h e que a intensidade da chuva dificilmente ultrapassa 40 mm/h, não ocorreria *runoff*, pois a capacidade de infiltração da água no solo é maior do que a intensidade da chuva. Entretanto, não foi à realidade observada na região, pois o fator controlador da produção de *runoff* nesse caso é o teor limitante de umidade dos solos, que resulta no encharcamento dos mesmos. Na região estudada o valor médio anual do volume de chuva é de 550 mm, explicando o motivo de alguns solos arenosos, produzem *runoff* mais rapidamente mesmo antes de sua capacidade de infiltração não tenha se excedido.

O acúmulo de água na superfície provoca com que a mesma fica retida em pequenas depressões e o *runoff* se iniciará quando a capacidade de armazenamento for saturada. O armazenamento em pequenas depressões do solo varia em função da estação do ano e do tipo de solo. Evans (1980, apud GUERRA, 2007, p. 169), afirma que:

solos argilosos, por exemplo, possui em média, 1,6 a 2,3 vezes maior capacidade de armazenamento do que solos areno-argilosos [...]. Por exemplo, nos solos agrícolas que são arados, as depressões que armazenam água variam sazonalmente, dependendo do tipo de cultivo e das práticas agrícolas adotadas. Essa variação ocorre, também ao longo do crescimento dos vegetais cultivados, tendendo a uma diminuição da rugosidade do solo, à medida que o tempo passa, devido ao impacto das gotas de chuvas, que quebram alguns agregados (EVANS, 1980 apud GUERRA, 2007, p. 169).

Depois de feita essa interação entre características da chuva e propriedades dos solos em encostas é que, poderemos entender quais são os processos resultantes das diferentes taxas de infiltração e armazenamento de água no solo. Dependem desses processos aqui abordados o escoamento superficial e subsuperficial (GUERRA, 2007, p. 170).

1.2.2. Escoamento superficial

Durante um evento chuvoso ocorre o escoamento superficial, iniciando quando há saturamento da capacidade de armazenamento da água no solo, ou, quando a capacidade de infiltração é excedida. Transpondo por vários obstáculos como os fragmentos de rochas e pela cobertura vegetal, esse fluxo tem sua energia diminuída (GUERRA, 2007, p. 170).

A perda de solo removida pelo fluxo do escoamento superficial depende da velocidade e turbulência do mesmo. O fluxo é resultante da capacidade de infiltração do solo ser menor que a intensidade da chuva. O topo da encosta se caracteriza por ser uma zona sem fluxo, uma área sem erosão; a uma distância do topo da encosta, ocorre o acúmulo de água, iniciando o fluxo; e, um pouco mais abaixo na encosta, devido ao aumento do fluxo, ocorre a sua canalização aprofundamento o escoamento formando as ravinas (HORTON, 1945 apud GUERRA, 2007, p. 170).

Em regiões semiáridas ou com vegetações esparsas, é que ocorre a maior parte desse escoamento, pois a ausência de cobertura vegetal facilita o impacto das gotas da chuva, deixando mais susceptível para que os agregados se quebrem, causando maiores taxas de erosão (GUERRA, 2007, p. 170).

Em áreas agrícolas eles podem ser mais perceptíveis devido ao remanejamento de partes do subsolo, devido à mecanização das lavouras provocando o empobrecimento das terras, com a diminuição do teor de matéria orgânica, onde não afeta só a fertilidade natural, mas sua resistência ao impacto das gotas de chuva (GUERRA, 2007, p. 171).

1.2.3. Escoamento subsuperficial

O escoamento subsuperficial, quando ocorre em dutos, túneis ou fluxos concentrados provoca o colapso da superfície acima, resultando na formação de feições erosivas (GUERRA, 2007, p. 171).

Pouco se sabe sobre os mecanismos de transporte e de erosão originários por esse processo. O transporte da água em subsuperfície é resultado de diferenças potenciais de migração de líquidos, movimentando-se através dos poros existentes no solo (THORNES, 1980 apud GUERRA, 2007, p. 172).

Para Zaslavsky e Sinai (1981 apud GUERRA 2007, p. 172) o escoamento subsuperficial tem como principal efeito o de provocar o acúmulo de umidade no solo, na

parte inferior da encosta e nas partes menos elevadas da paisagem, podendo influir sobre a saturação dos fluxos superficiais.

1.2.4. Piping

Piping (em português: canalização) são dutos ou túneis. Grandes canais, abertos em subsuperfície, variando de poucos centímetros de diâmetros até vários metros. Podem ocorrer em ambientes bem variados, desde áreas com clima temperado a semiárido.

Esses dutos são responsáveis pelo transporte de grande quantidade de material, que vão ampliando os diâmetros desses dutos, podendo resultar no colapso do solo situado acima. O *piping* pode dar origem a grandes voçorocas, através da ampliação das mesmas, ou, de dutos que surgem nas laterais das voçorocas.

Os elevados índices de umidade em subsuperfície, necessários para a formação dos dutos, são resultantes da prolongada infiltração de água nos solos. Nas áreas de clima frio isso ocorre em função do derretimento de neve, enquanto nas áreas tropicais o processo está associado a chuvas prolongadas, e uma vez formado esses dutos causam quase sempre efeitos danosos aos ambientes onde estão situados levando à formação de voçorocas (GUERRA, 2007, p. 172 – 174).

1.2.5. Splash e formação de crostas

Conhecida no Brasil como erosão por salpicamento, a erosão por *splash*, é resultado das forças oriundas do impacto das gotas de chuva, que quando entra em contato com um solo molhado, irá remover as partículas envolvidas pela camada de água.

Ocorrendo tanto para baixo como para cima em uma encosta, o *splash* transporta as partículas de solos pelo impacto da gota de chuva, deslocando-as pelo choque proporcionado por sedimentos que se batem uns contra os outros (GUERRA, 2007, p. 175).

A erosão por *splash* é uma função que depende do tempo, pois no começo do evento chuvoso ela aumenta, atinge um pico e decai. Até alcançar um estado de equilíbrio. Para que ocorra a erosão por *splash* a profundidade do fluxo não pode ser maior do que três o diâmetro da gota de chuva, senão, o fluxo protege o solo contra o impacto da gota (THORNES, 1980 apud GUERRA, 2007, p. 175).

É necessário ter atenção, também, para a formação de crostas superficiais que provocam a selagem dos solos, pois, dependendo da força impactada da gota da chuva irá se

formar uma camada de crosta superficial de 0,1 a 3,0 mm de espessura, implicando na redução da capacidade de infiltração do solo, em alguns casos superior a 50%, dependendo das características do solo (GUERRA, 1999 apud CASSETI, 2005, 145).

Um importante estudo sobre as crostas para o processo erosivo é que, uma vez formadas, a superfície do solo se torna selada, diminuindo a infiltração de água e uma vez selada, as crostas podem oferecer maior resistência ao *splash* (GUERRA, 2007, p. 177).

1.3. Formas erosivas originadas pela ação das águas pluviais

A primeira ação da chuva ocorre através do impacto das gotas d'água sobre o solo (*splash*). Este é capaz de provocar a desagregação dos torrões e agregados do solo, lançando o material mais fino para cima e para longe, fenômeno conhecido como salpicamento. A força do impacto também força o material mais fino para abaixo da superfície, o que provoca a obstrução da porosidade (selagem) do solo, aumentando o fluxo superficial e a erosão (FICHA INFORMATIVA n.º 2, 2009, p. 1).

Essas mudanças na paisagem podem variar em poucas horas, durante um evento chuvoso, ou podem ser sazonais, sendo ao longo do ano, e, em longo prazo, refletindo a ocupação humana desordenada, ou de anos mais úmidos a mais seco (GUERRA, 2007, p. 178).

O processo erosivo inicia da seguinte maneira:

Se cair sobre um determinado tipo de solo mais água do que se possa se infiltrar, começa a ocorrer escoamento superficial, podendo provocar a chamada erosão em lençol. O fluxo de água, nesse caso, não está confinado, exceto entre algumas irregularidades do solo. A água que escoar sobre as encostas cobre a maior parte delas. À medida que a velocidade aumenta, a água provoca maior incisão sobre o solo, e começa a se formar as ravinas que são canais contínuos, estreitos e de pouca profundidade, podendo ser obliterados por máquinas agrícolas. O alargamento das ravinas, causado pelo escoamento superficial e subsuperficial, dá origem às voçorocas. Quando o solo está erodido por voçorocas, as máquinas agrícolas não têm condições de obliterar essas formas erosivas. As voçorocas são mais largas e mais profundas do que às ravinas e, em geral, se constituem em características permanentes nas encostas (GUERRA, 2007, p.178-179).

As formas erosivas originadas pela ação da água como agente erosivo deve ser entendido, levando em consideração a complexidade dos fatores descritos. Sendo assim, esse item procura abordar as diversas formas de erosão.

1.3.1. Erosão laminar

Caracteriza-se pela distribuição dispersa na encosta, não se concentrando em canais, tendo origem do escoamento superficial, por isso que recebe esse nome de erosão laminar ou em lençol. Sendo responsável pela erosão oculta o fluxo laminar, pode ocorrer de forma relativamente continuada sem deixar marcas “empiricamente observadas na vertente” (CASSETI, 2005, p. 147).

A erosão laminar ocorre quando a capacidade de armazenamento de água no solo e nas suas depressões satura decorrente de evento chuvoso prolongado. O solo fica encharcado e sua capacidade de infiltração e armazenamento de água é excedida, começando a ocorrer o escoamento. O fluxo de água que provoca a erosão em lençol é interrompido por blocos rochosos existentes no solo ou pela cobertura vegetal, fazendo com que o fluxo de água contorne essas irregularidades (GUERRA, 2007, p. 179).

Quanto maior à turbulência do fluxo de água, maior a capacidade erosiva gerada. A velocidade do fluxo é um fator importante que provoca a erosão em lençol (HJULSTROM, 1935 apud GUERRA, 2007, p. 179). Devido à resistência do próprio solo, a velocidade do fluxo de água deve ultrapassar um limite antes que a erosão aconteça.

A interação entre o *splash* e o escoamento em lençol, pode gerar mais erosão do que cada processo atuando isoladamente (YOUNG e WIERMA, 1973 apud GUERRA, 2007, p. 179). Isso ocorre devido às partículas serem colocadas em suspensão pelo *splash*, sendo mais facilmente transportadas pelo escoamento em lençol. Além disso, o *splash*, também, provoca uma maior turbulência ao fluxo de água, provocando, assim, maior capacidade erosiva.

O escoamento em lençol é um processo erosivo comum em solos arenosos, pois, devidos a características do mesmo, o lençol de água cobre porções maiores das encostas, em contrastes das áreas atingidas pelas ravinas que são pequenas (MORGAN, 1997 apud GUERRA, 2007, p. 180).

A erosão em lençol ou laminar é, portanto, quando a água corre uniformemente pela superfície como um todo, transportando as partículas sem formar canais definidos. Apesar de ser uma forma mais amena de erosão, é responsável por grande prejuízo às terras agrícolas e por fornecer grande quantidade de sedimento que vai assorear rios, lagos e represas (GUERRA, 2007, p. 179-180).

Em solos mais coesos e, portanto, mais resistentes à ação do *splash* e à erosão em lençol as principais formas erosivas que se desenvolvem são as ravinas e as voçorocas (VIEIRO, 2004, p. 13).

1.3.2. Erosão em ravinas

A erosão em ravinas é formada quando a velocidade do fluxo de água aumenta na encosta, tornando-se um fluxo turbulento, com velocidades superiores a 30 cm/s (ELLISON, 1947 apud GUERRA, 2007, p. 180). Esse aumento pode ocorrer devido a fatores como: o aumento da intensidade da chuva, aumento do gradiente da encosta ou quando a capacidade de armazenamento de água na superfície é excedida.

O sistema de ravinas apresenta-se de forma descontínua, não tendo nenhuma conexão com a rede de drenagem fluvial. Raramente, uma ravina evolui para um canal de água permanente, desembocando em um rio; quando chega a esse estágio, já evoluiu para uma voçoroca (MORGAN, 1986 apud GUERRA, 2007, p. 181).

As ravinas referem-se a feições relacionadas ao fluxo concentrado. As ravinas encontram-se relacionados ao fluxo por terra, que devido às condições topográficas se concentra em rotas de organização do escoamento superficial (CASSETI, 2005, p. 151).

A capacidade de transporte de um fluxo de água dentro das ravinas é aumentada ainda mais devido ao impacto das gotas de chuva, através da remoção de sedimentos nas porções situadas entre as próprias ravinas (GUERRA, 2007, p. 181).

Para Savat (1979, apud GUERRA, 2007, p. 180) as interações entre os eventos chuvosos e os fluxos de água podem aumentar a probabilidade de formação e ampliação da rede de ravinas em uma determinada encosta. Morgan (1986, apud GUERRA, 2007, p. 181) explica

que as características hidráulicas de um fluxo de água passam por quatro estágios distintos durante a formação de ravinas: 1. Escoamento superficial difuso; 2. Escoamento superficial, com alguma concentração, em pontos preferenciais; 3. Escoamento concentrado em microcanais, sem cabeceiras definidas; 4. Escoamento concentrado em microcanais, com coberturas definidas (MORGAN 1986, apud GUERRA, 2007, p. 181).

Fatores como o desmatamento e o uso agrícola da terra, bem como solos desprovidos de cobertura vegetal, podem acelerar os processos de formações de ravinas, em especial, em regiões onde as chuvas são concentradas em determinado período do ano

(GUERRA, 2007, p. 180-183). Com o alargamento e aprofundamento das ravinas surgem às voçorocas (CASSETI, 2005, p. 151).

1.3.3. Erosão em voçorocas

As voçorocas ou boçorocas (derivado do tupi-guarani – *ib-çoroc*: terra rasgada, rasgão no solo), é desenvolvida pelos processos de aprofundamento das erosões em ravinas, sendo uma forma de degradação dos solos (LEUZINGER, 1948 apud CASSETI, 2005, p. 151).

Atingindo grandes dimensões esse tipo de processo erosivo causa grandes impactos na sua área de ação e na sua jusante, tornando-se um complicador para o uso do solo nessa área (ALMEIDA FILHO et al., 2009, p. 3).

As voçorocas podem ter origens variadas, associados com o tipo de chuva e as propriedades dos solos. Mas quase sempre os responsáveis diretos pelo surgimento de voçorocas é o desmatamento, o uso de terra agrícola, o superpastoreio e as queimadas (GUERRA, 2007, p. 184).

Associados com esses fatores eles podem ter três tipos de surgimento: alargamento e aprofundamento das ravinas, escoamento subsuperficial e antigos deslizamentos de terras (CASSETI, 2005, p. 151).

No alargamento e aprofundamento das ravinas, as voçorocas podem evoluir devido a ação das águas, nas laterais e bases das ravinas, fazendo alargar e ao mesmo tempo aprofundar essas feições erosivas (GUERRA, 2007, p. 184).

Quanto à formação de voçorocas pelo escoamento subsuperficial Berry e Ruxton (1960, apud GUERRA, 2007, p. 184) pesquisando sobre a origem de voçorocas em Hong-Kong, detectaram que essas erosões sucederam devido à retirada da cobertura vegetal. Devido às constantes e fortes chuvas, o fluxo de água em subsuperfície era maior, com isso removiam-se grandes quantidades de sedimentos, expandindo o diâmetro dos dutos, fazendo com que o material situado acima cedesse, originando as voçorocas.

Em Sorriso, Mato Grosso o aparecimento de voçorocas resultantes do escoamento subsuperficial está relacionado às chuvas sazonais, concentradas no verão, atingindo mais de 120 mm, em 24 horas. Na área urbana do município, foi monitorada uma voçoroca que surgiu apenas cinco anos após a retirada da vegetação de Cerrado para dar lugar à construção de casas e ruas (ALMEIDA e GUERRA, 2001, p. 258 – 259).

Uma terceira hipótese para a formação de voçorocas são os antigos deslizamentos de terra, sendo que o mesmo pode ser originário das cicatrizes que foram deixadas nas paredes laterais íngremes do deslizamento, pois, através de um escoamento superficial concentrado, dentro da cicatriz do deslignamento, as águas das chuvas podem formar voçorocas (VITTORINI, 1972 apud GUERRA, 2007, p. 185).

Não podendo ser destruídas por máquinas agrícolas, as voçorocas caracterizam-se por serem feições permanentes na paisagem terrestre, colaborando para assoreamento de rios e entupimento de redes de esgoto, facilitando o processo de enchentes urbanas (GUERRA, 2007, p. 179).

1.4. Impactos ambientais, sociais e econômicos causados pela erosão

Os solos além de proporcionar produção agrícola e animal, são um importante componente da biosfera, pois grande parte da vida animal e vegetal depende e se desenvolve sobre os solos, por isso, deveriam ser mais bem utilizados.

Os problemas provenientes da erosão dos solos apresentam um leque bastante variado. É importante destacar, que esses problemas ambientais causados pelo uso do solo sem planejamento, não são restritos a países subdesenvolvidos. Em alguns países desenvolvidos, o uso indiscriminado de fertilizantes, vem provocando problemas com relação ao solo (GUERRA, 2007, p. 190 – 191).

O processo erosivo gera vários impactos ambientais, não sendo causador de problemas somente nas áreas onde ocorre, mas, também nas proximidades, podendo reduzir a fertilidade dos solos.

Um exemplo do impacto oriundo do processo erosivo, é o material que é erodido, pode causar o assoreamento de rios e reservatórios, sem falar que as partículas que estão sendo transportadas podem estar contaminadas com defensivos agrícolas e, assim, contaminar as águas dos rios. Outro exemplo que se pode citar, é que a erosão pode provocar o desaparecimento de mananciais (GUERRA, 2007, p. 187).

O meio físico urbano sofre graves problemas com relação à erosão, uma das primeiras consequências é a degradação da paisagem, perda parcial ou total dos lotes, perda da infraestrutura, como o desaparecimento de ruas e casas provocado pelo desmoronamento das erosões, fazendo com que alguns imóveis que ficam localizados perto de área de erosões fiquem desvalorizados. Outro problema comumente advindo das erosões são os deslizamentos

de terra, em regiões habitadas por pessoas carentes, o que causa o soterramento de casas e mortes de pessoas (DEFESA CIVIL, DF, 2008).

Os prejuízos econômicos também são significativos, pois é comum as erosões provocarem fechamento de rodovias, ferrovias e outras vias de transportes, fazendo que o poder público gaste milhares de dinheiro para reabrir e recuperar essas vias de transporte. Muitas vezes o prejuízo pode ser vítimas em acidentes fatais. Em Eunapólis, Bahia, a existência de uma voçoroca na região provocou um acidente que deixou uma vítima em cadeiras de rodas. Pois, no local não havia nem placas de aviso ou alguma barreira de proteção, demonstrando o descaso que as autoridades tinham em relação ao local. A vítima nem sequer chegou a receber indenização por parte do poder público (ALBUQUERQUE e GAROZI, 2009, p. 11).

Portanto, as erosões dos solos causa um grande leque de impactos ambientais, desde a sua própria degradação, passando por prolemas ambientais de uma forma geral.

1.5. Degradação dos solos

A erosão é uma das causas da degradação dos solos. Cientistas, agricultores e políticos mais conscientes vêm se preocupando com o depauperamento dos solos (LEPESCH, 2007, p. 149).

O maior risco para a manutenção dos solos é a erosão acelerada, reduzindo a profundidade do solo, através da remoção de partículas, podendo até mesmo tira-lo por inteiro (WILD, 1993 apud GUERRA, 2007, p. 188).

O ser humano vem se mostrando, infelizmente, apático quanto à avaliação com respeito aos efeitos oriundos da erosão acelerada, mesmo após reconhecer a existência de sua gravidade (HIRATAKA et. al., 2003, p. 5). A degradação dos solos provoca a perda de nutrientes, que se encontra nas camadas superficiais do solo. Nutriente como fósforo, potássio, cálcio e magnésio são removidos pela erosão dos solos (MARQUES, 2004, p. 3 – 4).

Essas causas analisadas estão relacionadas à intervenção do homem na natureza. Matas são derrubadas e queimadas desordenadamente, as encostas íngremes são aradas na direção da maior declividade, os pastos são superlotados com rebanhos, e as terras cultivadas são submetidas à monocultura, sem proteção contra o arraste pelas enxurradas ou restituição da fertilidade natural com adubos, sem mencionar as atividades como a industrialização está

sempre ameaçando os solos com a degradação. Para recuperar essas áreas os custos são geralmente elevados, e quase nunca são efetivados (GUERRA, 2007, p. 189).

1.6. Estratégias de conservação dos solos

As estratégias de conservação é o meio de proteção e prevenção dos solos contra a ação das gotas das chuvas. Existe uma grande variedade de métodos de controle da erosão dos solos. A decisão quanto à escolha de qual ação será implantada para reduzir a velocidade do *runoff*, o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, ou a liberação do excesso de água no solo, cabe ao objetivo proposto (GUERRA, 2007, p. 195).

Existem três grupos de práticas conforme mostra a tabela 2 para o combate a erosão: vegetativo, edáfico e mecânico.

Tabela 2 – Grupos de práticas de contenção à erosão

Práticas Vegetativas	Práticas edáficas	Práticas Mecânicas
Florestamento e reflorestamento	Cultivo de acordo com a capacidade de uso da terra	Preparo do solo e plantio em nível
Plantas de cobertura	Controle do fogo	Distribuição adequada dos caminhos
Cobertura morta	Adubação: verde, química e orgânica	Sulcos e camalhões em pastagens
Rotação de culturas	Calagem	Enleiramento em contorno
Formação e manejo de pastagem		Terraceamento
Cultura em faixa		Subsolagem
Faixa de bordadura		Irrigação e drenagem
Quebra vento e bosque sombreador		
Cordão vegetativo permanente		
Manejo do mato e alternância de campinas		

Fonte: ARAÚJO e PAIVA, 2005, p. 84.

As práticas de caráter vegetativo são as que utilizam a vegetação para proteger o solo com o impacto da ação da água da chuva, enquanto, as edáficas, são as que modificam o sistema de cultivo para manter ou melhorar a fertilidade do solo. Em regiões que ocorrem chuvas prolongadas e de grandes intensidades, as práticas vegetativas e edáficas, não são suficientes para controlar o processo erosivo, neste contexto, adoção de procedimentos complementares torna-se necessários para reduzir a velocidade do fluxo, como a implantação de práticas mecânicas, como barreiras, terraços entre outros (MIRANDA, 2004, p. 169 – 170).

A escolha da prática dos métodos da prevenção a ser implantada em cada região é realiza em função das características socioambientais de cada região (ARAÚJO e PAIVA, 2005, p. 85).

1.6.1. Políticas de conservação

Os motivos de ocorrer erosão, principalmente a erosão acelerada, estão intrinsecamente relacionados às atividades humanas, por isso há a necessidade de intervenção do Estado, e o mesmo se fazer presente e envolvido no diagnóstico e programas de recuperação dos solos (GUERRA, 1994, p. 16 – 17).

Primeiramente, é necessário que se faça uma distinção entre programas, políticas e técnicas de conservação dos solos. Programas e política são ações voltadas para a implantação de técnicas de conservação, enquanto as técnicas são o método direto de se reduzir ou prevenir a erosão (GUERRA, 1994, p. 5).

Para obter uma compreensão porque do fracasso dessas políticas precisa fazer uma análise do embasamento ideológico dos administradores políticos. Fatores sociais são de extrema importância para a aplicação de técnicas de recuperação, mas em muitas são negligenciados por políticos e órgãos do governo ao realizarem estudo para a aplicação de medidas que possam a mitigar o problema.

Vendo a erosão dos solos como um problema ambiental, os modelos clássicos de recuperação da área degradada, tende a fracassar. Deve-se encarar essa questão como um complexo de problemas socioambientais. Para que uma estratégia de contenção à erosão tenha sucesso é preciso que se faça um estudo que levem em considerações as condições socioeconômicas das áreas onde esses programas serão implantados. Pois somente os estudos que levam em consideração às características das encostas e do regime pluviométrico, não tem se mostrado suficiente (GUERRA, 1994, p. 5).

Cabe aos técnicos, políticos e cientistas, no momento de criarem e estabelecerem modelos a serem implantadas em determinada região considerar a importância dos fatores socioeconômicos, não levando em consideração apenas os fatores físico-naturais (GUERRA, 1994, p. 6 – 7).

1.6.2. Planejamento urbano

O planejamento urbano se constitui numa ferramenta essencial para o controle da erosão urbana. A urbanização espontânea e o rápido crescimento da população são problemas estritamente relacionados à erosão (HIRATAKA et al., 2003, p. 6).

O controle da erosão requer certas medidas de limitações e restrições ao uso da terra, fator que muitas vezes, pode envolver assuntos de caráter político e, em vários casos, jurídico, tanto quanto dependentes de critérios técnicos, sendo nessa parte entra o planejamento urbano (HIRATAKA et al., 2003, p. 6). O planejamento urbano tem a missão de desenvolver e delinear um crescimento urbano ordenado, que atenda a crescente demanda do aumento populacional e conscientize a sociedade contra a degradação do meio ambiente (BARCELLOS e BARCELLOS, 2004, p. 130).

O planejamento tem como função e objetivo a conservação dos recursos naturais, por uso adequado do meio ambiente, respeitando os seus limites, mantendo a qualidade e o equilíbrio, em níveis aceitáveis para o desenvolvimento de uma cidade (CASTRO, 1995 apud MONDARDO et al. 2009, p. 2).

1.6.3. Abordagens de combate à erosão e conservação dos solos

Esse item por objetivo analisar algumas estratégias de recuperação de área degradadas ou a conservação de solos em outras cidades do Brasil.

Para que as ações de combate e controle das erosões tenham sucesso, é de fundamental importância que se leve em conta alguns fatores antes de iniciar o trabalho para a recuperação de áreas degradadas, tais como: identificar como se iniciou o processo erosivo da área ou do local; verificar se a erosão existente já atingiu o lençol freático; analisar o tamanho da erosão existente; conhecer o índice pluviométrico da região e conhecer o local em que ela se encontra; conhecer as causas do início do processo erosivo com os moradores situados ao redor do local; identificar a cobertura vegetal atual e saber da declividade do terreno, e;

efetuar recomendações para a pós-realização do serviço de recuperação da área (ZOCCAL, 2007, p. 35 – 36).

No município de Medianeira, PR, realizou um estudo no trecho degradado do rio Ouro Monte, na parte em que atravessa o bairro do Parque da Independência. Após a realização de estudos na área os pesquisadores elaboraram uma proposta de recuperação da área urbana da microbacia do rio Ouro Monte (MONDARDO et al. 2009, p. 2).

A proposta idealizada para minimizar os impactos causados pela degradação da área alicerçou na elaboração de um plano de controle ambiental, com o objetivo de realizar de forma consciente o uso e a ocupação do solo. Esse plano consistia na implantação de Área de Preservação Permanente (APP) as margens do rio Ouro Monte juntamente com implantação de sistema de drenagem de águas pluviais. Com a adoção dessas estratégias de conservação e recuperação, podem-se amenizar os riscos de erosão dos solos e assoreamento de rios (MONDARDO et al. 2009, p. 6 – 9).

Outro exemplo é a cidade de Sorriso, MT, que bem como nas outras cidades do Centro-oeste brasileiro, apresenta sérios problemas de erosão e impactos ambientais, resultantes do processo erosivo, como o assoreamento de rios (ALMEIDA e GUERRA, 2001, p. 271).

Em Sorriso, o primeiro passo efetuado para obtenção do conhecimento da ocorrência do processo erosivo na cidade, consistiu na realização de um mapeamento detalhado dos solos da cidade. Feito essa abordagem cruzou-se as informações obtidas a campo no Sistema de Informações Geográficas (SIG), juntamente, com o mapa de declividade, geomorfológico e geológico do município. Concebido o cruzamento de informações obteve-se uma ideia precisa da suscetibilidade do meio físico à erosão (ALMEIDA e GUERRA, 2001, p. 261).

A partir dos resultados obtidos, considerando as características dos fatores físicos e bióticos juntamente as interações com o meio socioeconômicos, propôs para a cidade, à criação de Zoneamento Geográfico das Unidades Ambientais (ZGUA). Uma ZGUA pode ser entendida como um delimitador do espaço geográfico, que evidenciaria e anteveria os impactos sobre o sistema natural, além de que muitos problemas ambientais em Sorriso poderiam ser evitados se aplicado a ZGUA (ALMEIDA e GUERRA, 2001, p. 265).

No município Queluzito, MG, o aparecimento de formas erosivas no relevo urbano da cidade, está relacionado ao uso e ocupação dos solos ao longo da história do município. Devido à expansão sem controle da área urbana invadindo as encostas, juntamente

com a abertura de ruas, esgoto doméstico e da ação da água pluvial, contribuíram de forma significativa para o surgimento de erosões (SANTOS e FARIA, 2011, p. 5718).

O método para a identificação de erosões e controle das mesmas nessa área fundou-se na utilização de imagens de alta resolução (*Ikonos*), adquirida pela Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FDCT) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Guaratinguetá para o Projeto de Planos Diretores Urbanos, sendo fundamental para o mapeamento dos processos erosivos dentro da área urbana. Esta ferramenta pode contribuir para uso de planejamento e gestão urbana, bem como, para beneficiar as medidas implementadas pelas políticas públicas (SANTOS e FARIA, 2011, p. 5720). Para uma melhor utilização e conservação dos recursos naturais a aplicação de leis básicas de um plano diretor pode contribuir (MONDARDO *et al.* 2009, p. 2).

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Jardim é um município situado na região Centro-Oeste do Brasil, no estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), na mesorregião do Sudoeste do estado a 249 km da capital do estado Campo Grande. Sua área é de 2.201,73 km² representando 0.6165% do Estado, 0.1376% da Região Centro-Oeste e 0.0259% de todo o território brasileiro (IBGE).

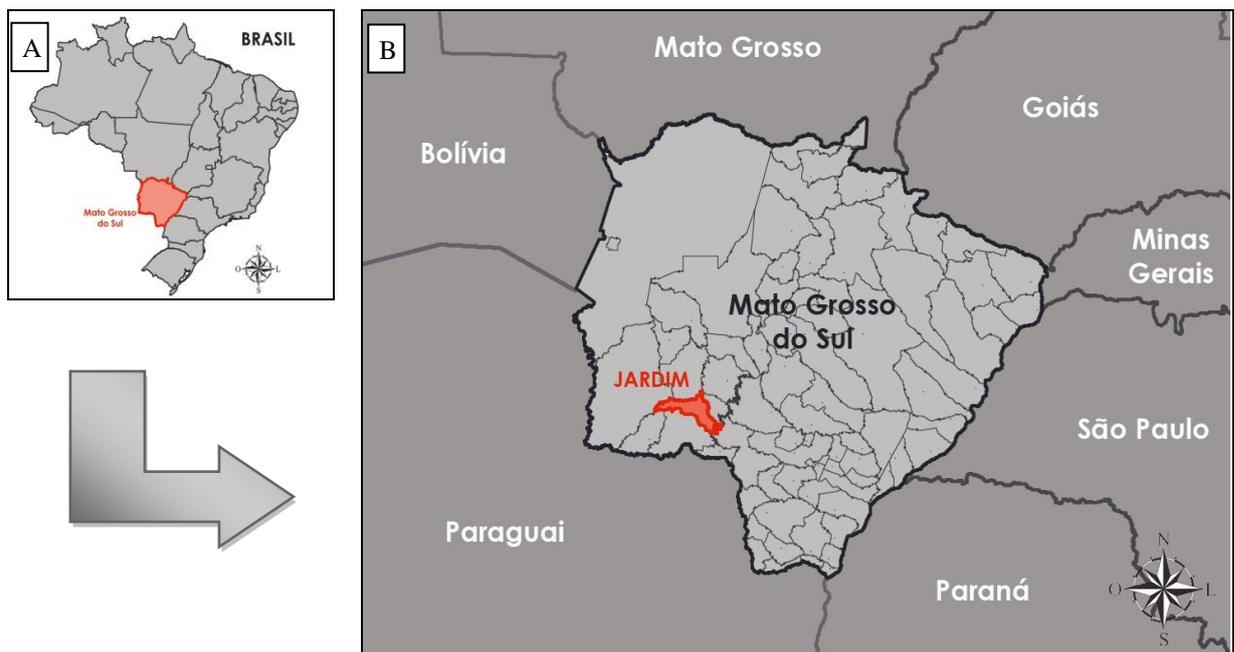


Figura 1 – Localização do município de Jardim. A) O estado de Mato Grosso do Sul e sua posição geográfica no mapa político brasileiro; B) Localização do município de Jardim no estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

Integrante juntamente com os municípios de Guia Lopes da Laguna, Bonito e Bodoquena, do complexo turístico do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, por isso, apresenta um grande potencial turístico (IBGE).

Como se pode observar na figura 2, os municípios que fazem fronteira com Jardim são: ao norte Bonito e Guia Lopes da Laguna, ao sul Bela Vista e Ponta Porã, a leste Ponta Porã e Guia Lopes da Laguna e a oeste Caracol, Porto Murtinho e Bela Vista.

Como se pode observar pela figura 3, o município é composto pelas seguintes localidades: sede municipal, o distrito do Boqueirão dois assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) Guardinha e Recanto do Rio Miranda e o

loteamento Quero-Quero – todos fora do perímetro urbano (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 4).

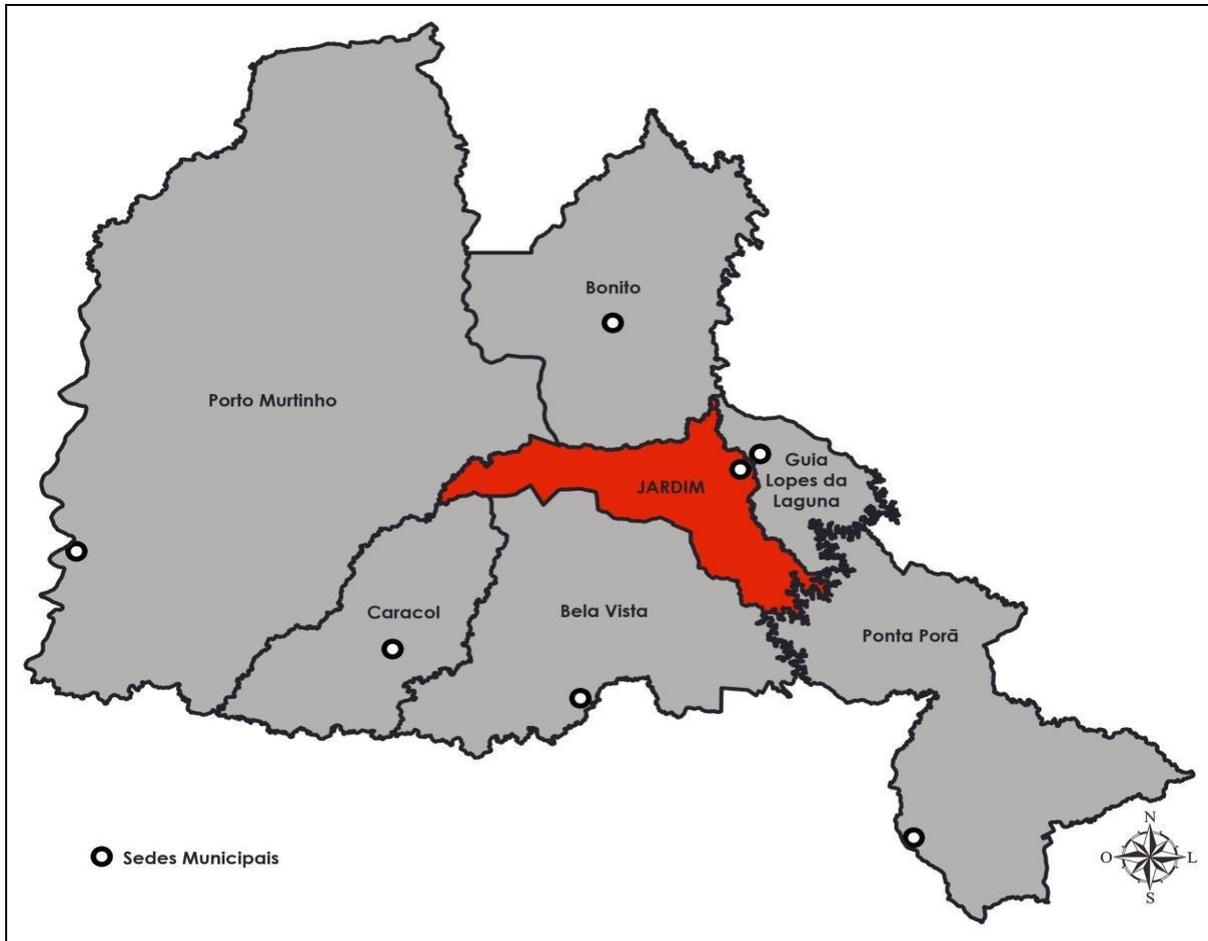


Figura 2 – Fronteiras do Município de Jardim.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

A sede do município tem sua subdivisão feita através de uma grande quantidade de bairros, mas o comumente utilizado pela população são dez: Centro, Vila Angélica, Vila Brasil, Vila Carolina, Jardim Aeroporto, Santa Luzia, Jardim Panorama, Santa Tereza, Coronel Camisão e Vila Major Costa (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 123).

As rodovias BR 060 e a MS 267, são os principais corredores de acesso ao município, ambas com percurso no perímetro urbano da cidade. O acesso a capital do estado do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, é realizado através da rodovia BR 060. A rodovia MS 267, permite uma ligação do município de Jardim com o município de Porto Murtinho, onde se tem acesso à hidrovía do rio Paraguai (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 6).

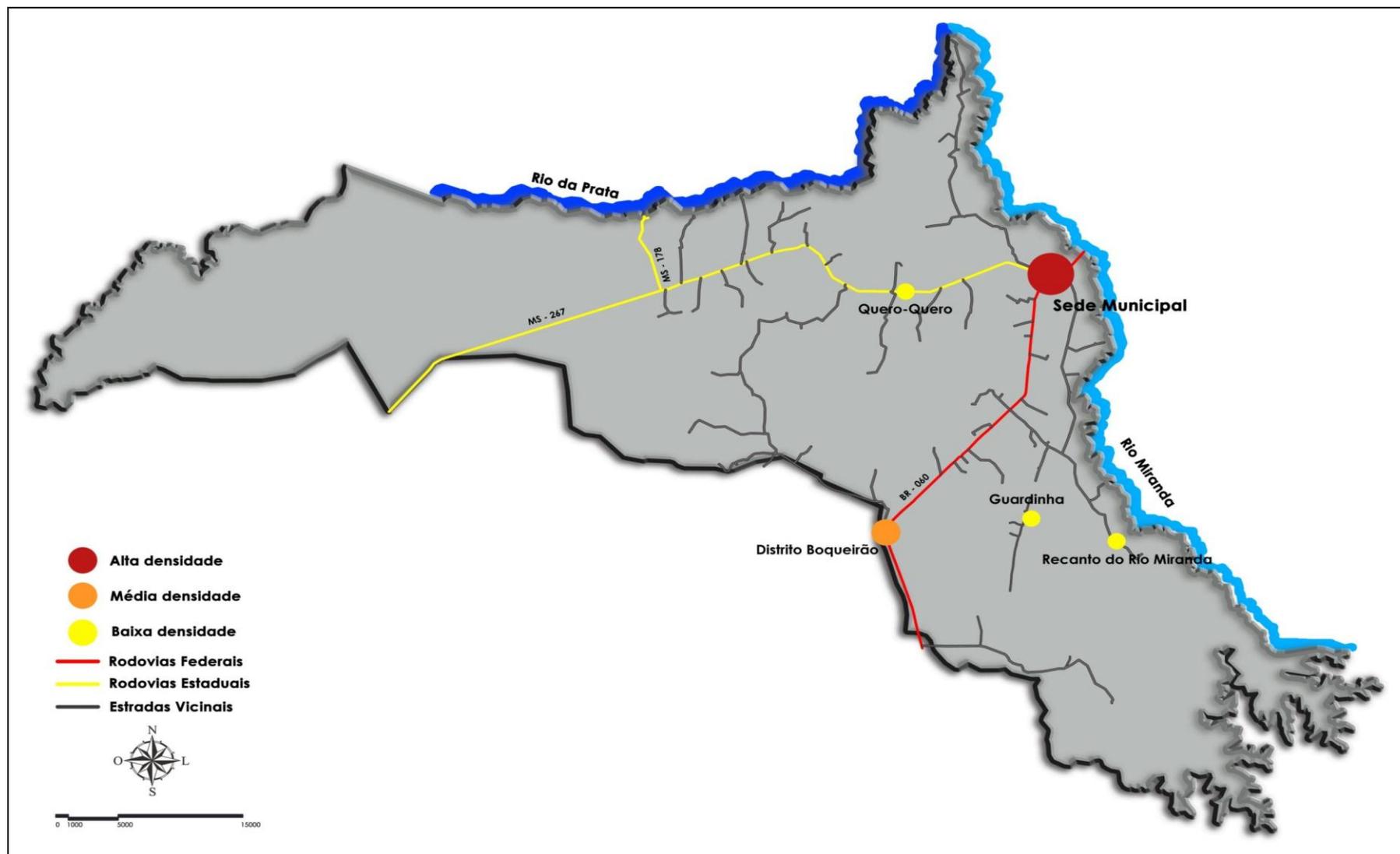


Figura 3 – Sede e Localidades do Município.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

A história do município de Jardim tem sua origem ligada ao desenvolvimento e povoamento das terras do município de Bela Vista. Na Guerra do Paraguai, quando as forças brasileiras efetuaram a célebre retirada da Laguna, José Francisco Lopes foi escolhido para guia da Laguna, por ser grande conhecedor da região; fundou, às margens do rio Miranda, uma fazenda de nome Jardim, onde se dedicou à pecuária. Na margem esquerda do rio Miranda, o guia Lopes faleceu; seu corpo foi enterrado no meio do acampamento, junto a coronéis e soldados mortos pela cólera. Hoje, no município de Jardim, este local é chamado de Cemitério dos Heróis (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 3).

Em 1934, surgiu a necessidade da construção de uma rodovia que interligasse o município de Aquidauana a Porto Murtinho e Bela Vista, ambos fronteiriços com o Paraguai. Em decorrência, a Comissão de Estradas de Rodagem nº 3 (C.E.R-3) dirigiu-se à região, decidindo-se, então pela compra de parte da Fazenda Jardim. Para atender as necessidades dos servidores da comissão realizou o assentamento na data de 14 de Maio de 1946, considerado a data de criação do município (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 3).

A continuidade das obras do batalhão e a existência do vilarejo de Guia Lopes (onde hoje é o município de Guia Lopes da Laguna) na margem direita do Rio Miranda, foram os fatores que contribuíram para a escolha do local, ficando acertada então a ocupação da margem esquerda do rio. Os operários da construção da rodovia foram os primeiros moradores do município (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 3).

A posição geográfica privilegiada permitiu ao município tornar-se uma cidade-polo. Sua emancipação política ocorreu em 11 de dezembro de 1953, através da Lei Estadual nº 677/53 (IBGE).

2.1. Aspectos físicos

2.1.1. Relevô

Jardim se encontra localizado, entre dois grandes compartimentos do relevo: Depressão dos Altos Rios Paraguai/Guaporé e os Planaltos e Serras Altos Rios Paraguai/Guaporé (Figura 4).

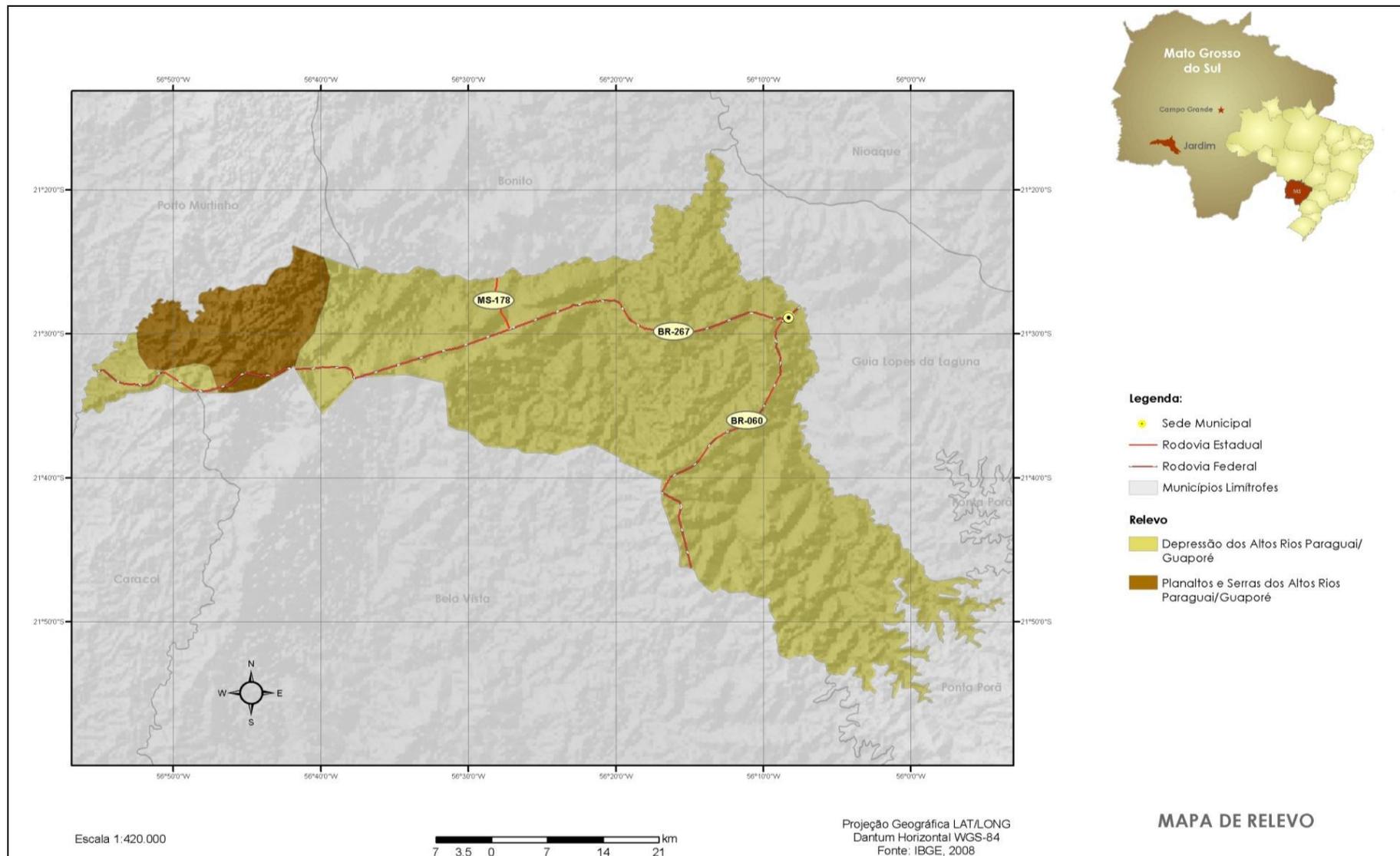


Figura 4 – Relevo de Jardim.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

A área da Serra da Bodoquena possui em sua forma altitudes que chegam a 800 metros. Em Jardim, a área da serra inserida no município, a altitude varia aproximadamente em torno 650 metros (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p 67).

A outra parte do município se encontra inserido na Depressão do Alto Rio Paraguai/Guaporé, sendo caracterizado por relevo plano e suavemente ondulado (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p 67).

Conforme pode ser constatado na figura 04 (relevo de Jardim), no extremo noroeste do município é que se encontram as maiores altitudes, devido à presença da Serra da Bodoquena. Na região central como na região sul, o relevo característico dominante nessas duas regiões é o suave-ondulado, apresentado declividades suaves predominantemente entre 3 e 8% (RENDEIRO, 2007, p.36).

As menores altitudes no município estão localizadas próximas à margem do rio Miranda. A altitude no local varia em torno de 150 metros acima do nível do mar (RENDEIRO, 2007, p.36).

2.1.2. Solos

A figura 5 descreve quais os solos presentes no município. Os mesmos estão classificados, segundo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2008) como Latossolos, Argissolos, NeossolosLitólicos e Gleissolos (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 75).

Visto que o foco de objeto do estudo do presente trabalho se prende a área urbana do município serão descritos os solos Argissolos vermelhos e Latossolos, por possuírem presença na área urbana (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 75).

Os Latossolos são solos minerais e não hidromórficos e ocorrem com menos frequência em relevo ondulado (declives entre 8% a 20%), é característico de relevo plano (declives de 0 a 3%) e suave ondulado (declives 3% a 8%). Possuem boa drenagem, mas com limitações referentes à permeabilidade e infiltração lenta (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 75).

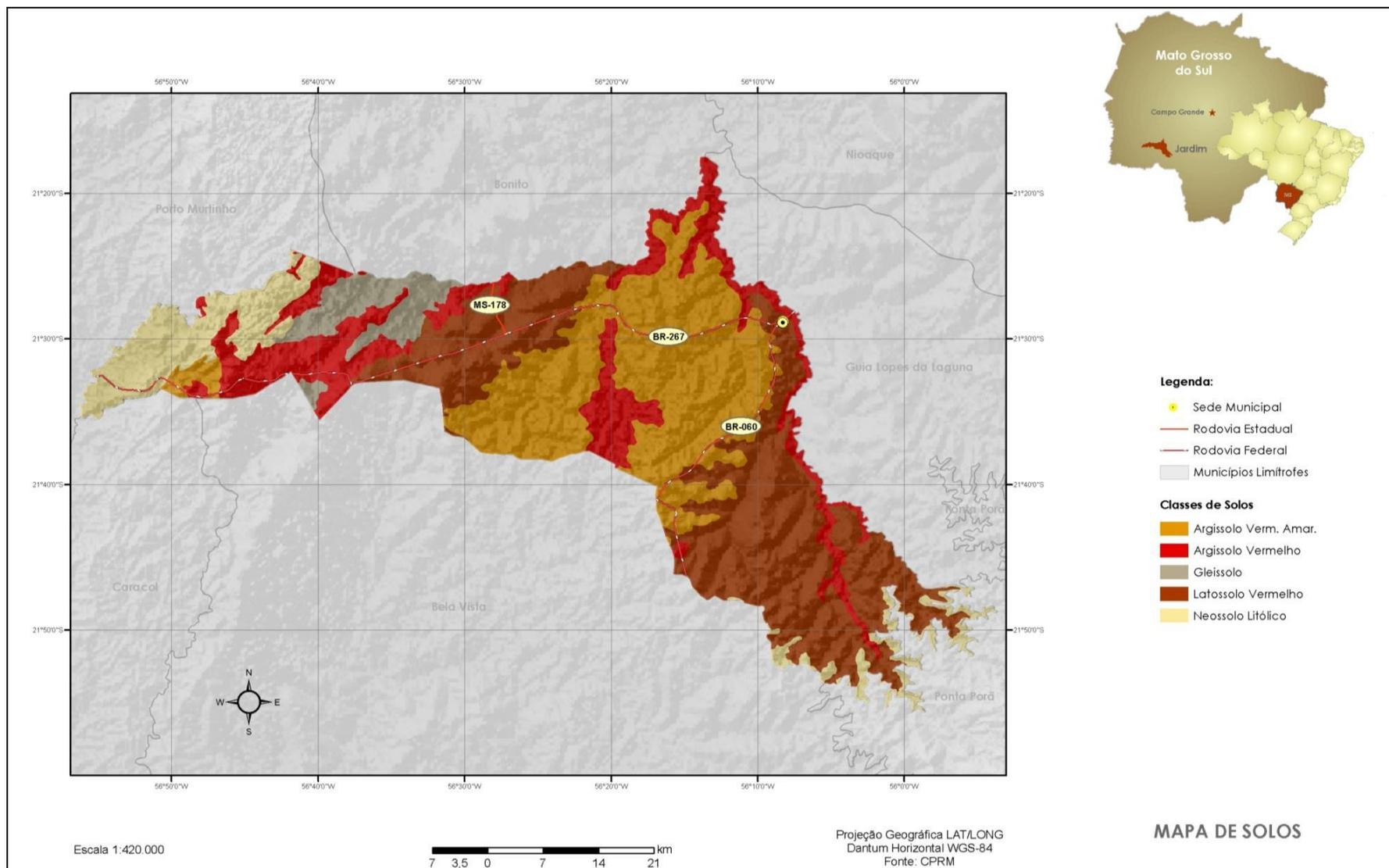


Figura 5 – Solos do Município de Jardim.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, possuem características diferenciais devido à presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Possuem textura arenosa (RENDEIRO, 2007, p. 37).

Apresentam em relevos suaves ondulados e ondulados, com morros em meia laranja com rampas curtas. A exposição desse solo, pela retirada da cobertura vegetal deve ser criteriosa a fim de evitar uma intensificação descontrolada da erosão (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 77).

2.1.3. Hidrografia

O município de Jardim é integrante da sub-bacia hidrográfica do rio Miranda, a qual a mesma encontra inserida na bacia hidrográfica do rio Paraguai. Com aproximadamente 542 km de extensão, a sub-bacia do rio Miranda, integra a bacia hidrográfica do rio Paraguai. A água transparente do rio Formoso, Sucuri, do Peixe e da Prata permitem atividades de ecoturismo (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 85).

Os cursos de água presentes no município são o rio da Prata, o rio Verde, Cachoeirinha, Guardinha, rio das Velhas e Roncador, além do rio Miranda, todos os cursos estão na figura 6 (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM L, 2011, p. 85).

2.1.4. Vegetação

No município de Jardim são encontradas formações vegetais pertencentes ao Bioma Cerrado (maior área do território), e ao Bioma Mata Atlântica, encontrado particularmente na região da Serra da Bodoquena (RENDEIRO, 2007, p. 20).

A Serra da Bodoquena, localizada na porção oeste do município, possui formações florestais da, Mata Atlântica, com a presença de vegetação semidecídua e decídua de grande extensão e relativamente preservadas. O restante da área do município o domínio vegetal é característico do Bioma Cerrado (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 90).

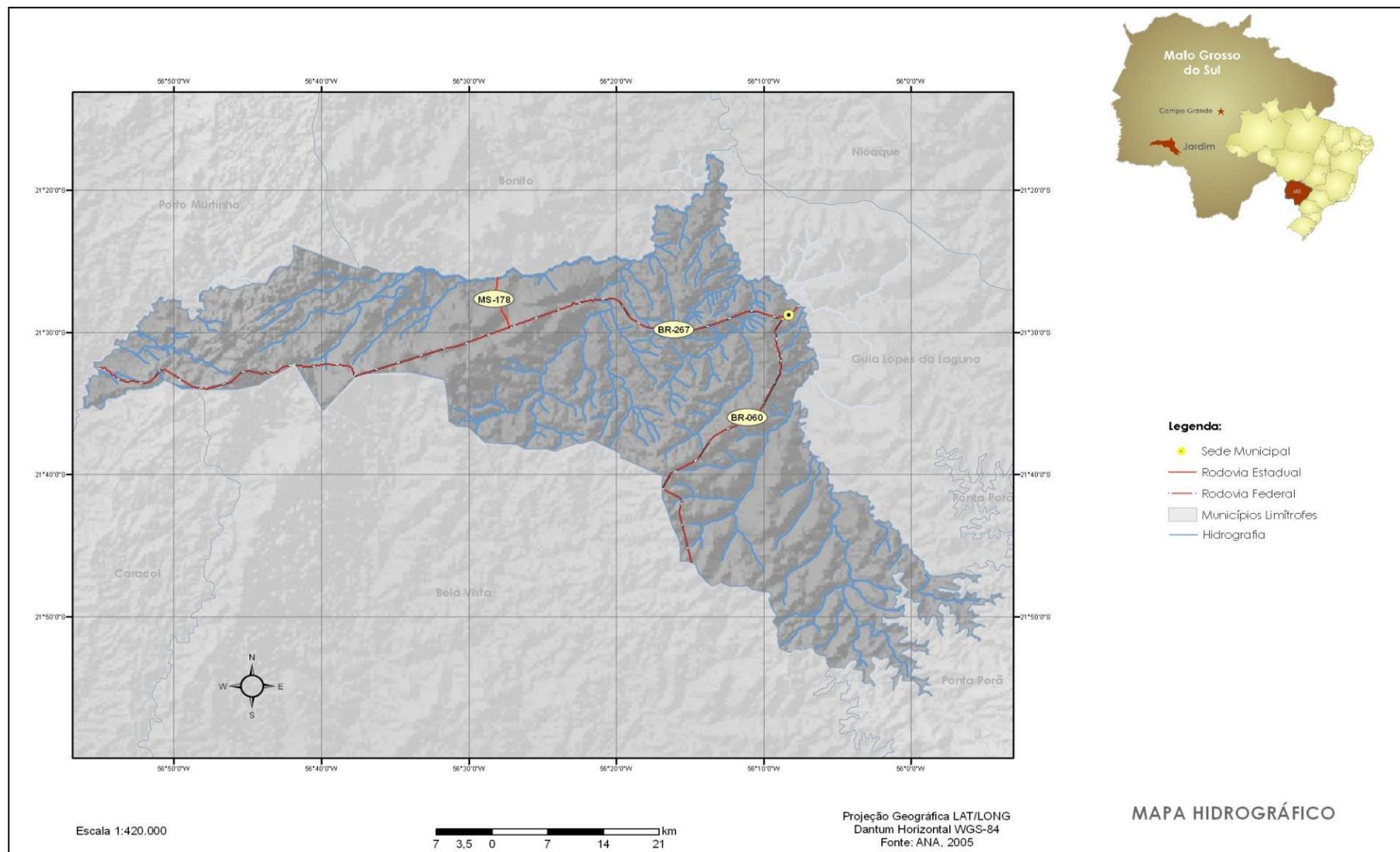


Figura 6 – Hidrografia de Jardim.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

Somente na área do Parque Estadual da Serra da Bodoquena, que se encontram ecossistemas preservados. No contexto municipal os ecossistemas naturais estão degradados, sendo encontrando somente remanescentes de ecossistemas naturais (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2011, p. 91).

2.1.5. Clima

De acordo com a classificação climática, segundo critério de Koppen (1948), o município possui clima do tipo tropical (Aw), com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro, sendo o mês julho o mais seco (RENDEIRO, 2007, p. 14).

Como se pode observar na tabela 3, a temperatura média do ar do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações pluviométricas são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1.800 mm. Apresenta estação seca que varia de três a quatro meses e estende-se entre os meses de maio a setembro, onde os totais pluviométricos médios são inferiores a 50 mm (RENDEIRO, 2007, p. 13).

Tabela 3 – Temperatura Média e Precipitação Média em Jardim no período de 1970 a 2000

Mês	Temperatura °C	Precipitação MM
Jan	30,2	184
Fev	26,1	127
Mar	26,2	104
Abr	24,3	96
Mai	21,4	107
Jun	19	56
Jul	19,1	38
Ago	20,3	39
Set	22	88
Out	24,2	150
Nov	26	172
Dez	26	194
Anual	26,6	1355

Fonte: ALFONSI et al., 2002 apud RENDEIRO, 2007. Adaptado.

2.2. Aspectos socioeconômicos

O município de Jardim com uma população de pouco mais de 24 mil habitantes, possui uma razoável infraestrutura, com 23 escolas, nas esferas estadual, municipal e privada, com um total de 224 salas de aula, onde 33 destas salas de aula situam-se na área rural (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 19). No ensino superior o município possui uma unidade da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS) e três outras instituições privadas: Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP) e a do Sistema Educacional à Distância por Teleconferência Digital (EADCON).

Na área de saúde, o município é considerado um polo da região, onde atende pacientes das cidades de Guia Lopes da Laguna, Bonito e Porto Murtinho. Possui nove estabelecimentos de prestação de serviços de saúde (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 27).

A segurança pública o município é servido pela Polícia Militar e pela Polícia Civil, sendo um batalhão da Polícia Militar, uma delegacia e uma delegacia de atendimento à mulher. Há também, um posto da Polícia Ambiental, um da Polícia Rodoviária Federal e um Batalhão do Corpo de Bombeiros. O município abriga também uma unidade do exército brasileiro, representado pela Quarta Companhia de Combate Mecanizado (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 39).

2.2.1. População

Segundo o Censo de 2010 (IBGE, 2010) a população total do município é de 24.363 habitantes, sendo a população de mulheres pouco maior que a de homens. Esses dados podem ser confirmados na tabela 4.

Tabela 4 – População 2000 e 2010 – Brasil – Mato Grosso do Sul - Jardim

Local	Censo2000	Censo 2010
Brasil	169.799.170	185.712.713
Mato Grosso do Sul	2.078.001	2.404.256
Jardim	22.542	24.363

Fonte: IBGE, censo 2010.

Conforme tabela 5 a maioria dos habitantes, 93,41% vivem na área urbana.

Tabela 5 – População Urbana e Rural

	1970	1980	1991	2000	2010
População Total	10.460	13.817	19.325	22.542	24.363
Urbana	7.052	11.046-	17.601	20.953	22.758
Rural	3.408	2.771	1.724	1.589	1.605
Taxa de Urbanização	67,41%	79,94%	91,08%	92,95%	93,41%

Fonte: IBGE Censo Demográfico 2010.

O município se constitui de uma população predominantemente jovem, sendo que a faixa etária mais numerosa é a de 20 a 29 anos, representando 17,14% do total da população, com 4.145 habitantes (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 17).

2.2.2. IDH – Índice de desenvolvimento humano

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), derivado do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) criado pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD) e adaptado para os municípios brasileiros em 1996, pela Fundação João Pinheiro e pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) oferece condições para que possa ser feita uma análise das condições de vida do município de Jardim. Os municípios são caracterizados em três níveis: baixo (0 – 0,499), médio (0,5 – 0,799) e alto (0,8 – 1,0) (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 18).

O Índice de Desenvolvimento Humano de Jardim (IDH-M) cresceu 9,18%, no período 1991-2000, conforme mostra a tabela 6 passando de 0,708 para 0,779 em 2000. Contribuiu para esse aumento o crescimento dos índices nas três dimensões, Renda, Educação e Longevidade. Sendo reduzido nesse período o hiato de desenvolvimento humano 22,3%. Em 2000, o município de Jardim já estava entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano, com IDH-M de 0,773 Jardim, demonstrado pela tabela 06 (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 18).

Tabela 6 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – ano 1991 e 2000

Denominação	1991	2000
IDHM	0,708	0,773
IDHM - Renda	0,652	0,720
IDHM - Longevidade	0,671	0,732
IDHM - Educação	0,801	0,866

Fonte: PNUD - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.

O PIB per capita tem aumentado nos últimos anos, confirmando a qualidade de vida. A população de Jardim tem renda média de aproximadamente quatro salários mínimos. No entanto, cerca de 70% da população tem renda mensal inferior a três salários mínimos, o que a caracteriza como de baixa renda (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 11).

2.2.3. Economia

O setor de serviços é o maior provedor de fontes de renda para o município, sendo responsável por 67% do Produto Interno Bruto (PIB). Em segundo lugar aparece o setor primário com 13% do seu PIB. A administração pública e o comércio local são os maiores empregadores da região, reforçando a importância do setor de serviços para o PIB municipal – Tabela 7 (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 10).

Tabela 7 – PIB do Mato Grosso do Sul e Jardim

Denominação	PIB
Mato Grosso do Sul	R\$ 33.145.000.000
Jardim	R\$ 196.115.786

Fonte: IBGE

A pecuária é uma importante atividade econômica do município, pois dos 220.760 hectares do município, 84.29% são propriedades rurais. Da área total de Jardim, mais de 65% (144.280 hectares) são de pastagens naturais. A atividade da criação bovina se destaca dentro da pecuária, dos 436 estabelecimentos que desenvolvem atividades agropecuárias, 372 criam bovinos. Destaca-se também a criação de aves, caprinos e ovinos, com números significativos

de estabelecimentos dedicados a estas criações (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 13).

O comércio de Jardim atende não somente a população local, mas também de outros municípios, como Bonito e Guia Lopes da Laguna. Possuindo um comércio variado, com opções de abastecimento, vestuário, e bens duráveis, possuindo também agências do Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Bradesco, e HSBC (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 15).

Composto de indústrias de pequeno porte como marcenarias, produção de ração animal, adubos, pré-moldados de concreto, olaria, extração de calcário e engarrafamento de água mineral, o setor industrial do município é incipiente (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 13).

CAPÍTULO III: EROSÃO EM VIAS PÚBLICAS URBANAS DE JARDIM

Os resultados referentes à análise dos possíveis fatores condicionantes ao aparecimento de erosões em vias públicas urbanas da cidade de Jardim serão apresentados nesse item.

O desenvolvimento das cidades brasileiras tem provocado significativo aumento de inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da água. Com a urbanização à cidade sofre seguintes impactos: aumento das vazões da água da chuva devido à impermeabilização das superfícies; aumento na produção de sedimentos, devido à retirada da cobertura vegetal para construções e produção de resíduos sólidos, e; deterioração da água, devido ao transporte de material sólido, lavagem de ruas e de ligações de esgotos cloacal² e pluvial³, muitas vezes clandestinos (TUCCI, 2005, p. 23).

Construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, aberturas de ruas, avenidas e rodovias, entre outras coisas provocadas devido ao desenvolvimento urbano, causam o aumento na produção de sedimentos e alterações no uso do solo. O solo e até mesmo o subsolo ficam expostos para o aparecimento de erosões tanto no início do loteamento quanto no fim da ocupação (TUCCI e COLLISCHONN, 1998, p. 3).

A cidade de Jardim, como se pode observar na figura 7, tem toda a sua área central urbanizada e asfaltada, porém, há setores da cidade que não se encontram totalmente pavimentados.

A justificativa para a ocorrência desta situação é apontada pela falta de um sistema de drenagem. Há um projeto de expansão da rede de drenagem pluvial, mas se encontra em fase de financiamento com o Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR) (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011, p. 50).

A drenagem pluvial se constitui numa ferramenta de extrema importância para uma cidade, pois, é o sistema responsável de coletar o excesso de água oriundo da precipitação no meio urbano (TUCCI, 2005, p. 13).

² Esgoto formado pela água de tanques de roupas, pias de cozinhas, banheiros e descargas de vasos sanitários (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PORTO ALEGRE – DMAE).

³ Esgoto formado pela chuva e pelas águas de lavagem de carros, ruas, pátios e regas de jardim (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PORTO ALEGRE – DMAE).

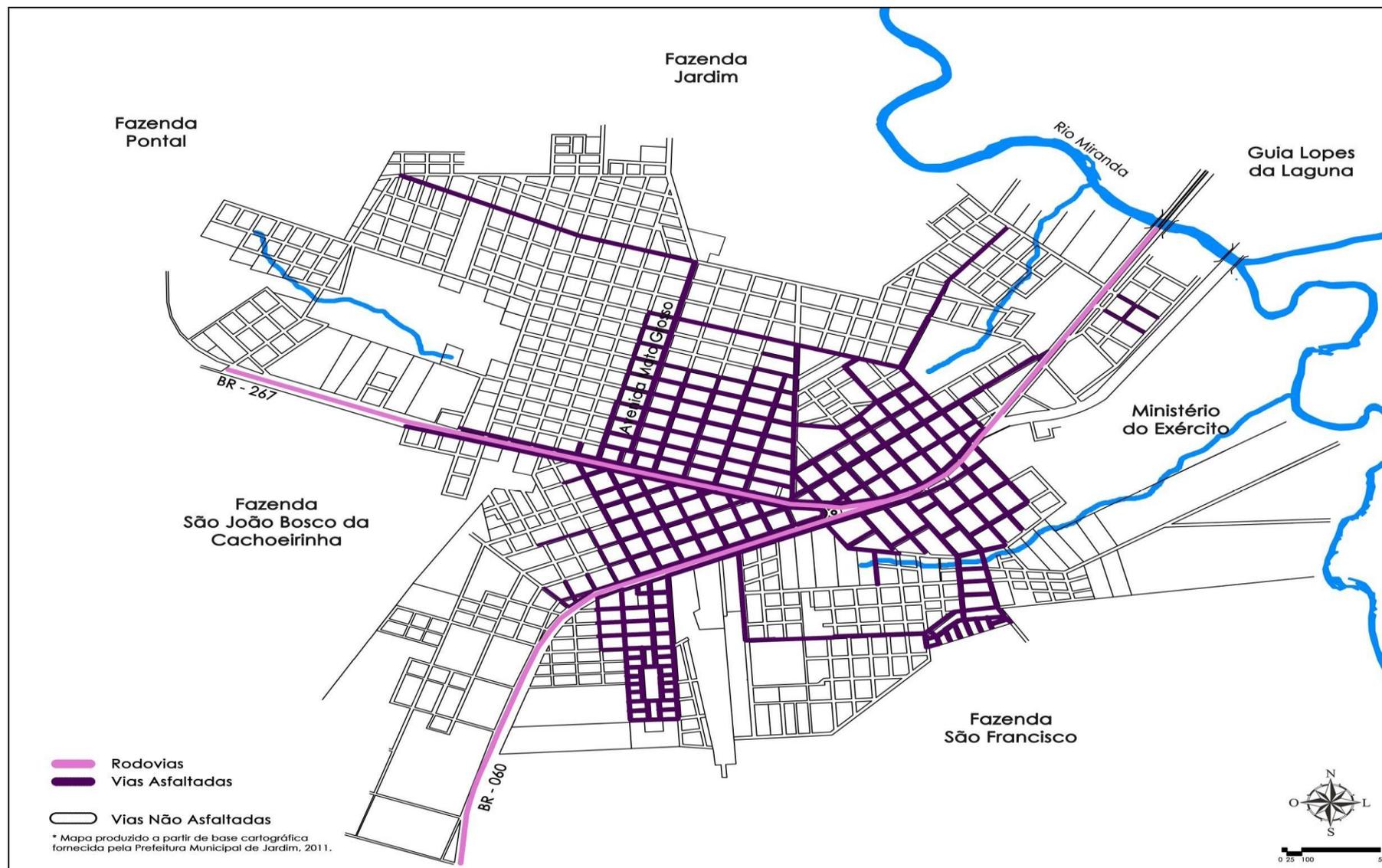


Figura 7 – Rede de Vias Asfaltadas.

Fonte: REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011.

O sistema de drenagem de águas pluviais da cidade de Jardim é ineficiente e não atende a todos os bairros, apenas uma parcelada da cidade é atendida pelo sistema. Nos bairros Angélica I e II, Vila Major Costa, COHAB, Vila Brasil, CEAC, Oswaldo Monteiro, Vila Carolina e Previsul, há um acúmulo de água.

O uso e a ocupação dos solos ao longo do tempo na cidade de Jardim contribuíram para o aparecimento de formas, feições, tamanho e diferentes processos erosivos. A área urbana do município se expandiu sem haver um planejamento urbano que visasse atender de forma coerente as necessidades da população sem a deterioração do meio ambiente.

Muitas vezes a urbanização sem controle, significa na prática, a retirada massiva da vegetação (que antes protegia da ação erosiva da água da chuva). Sem respaldo e acompanhamento técnico, a formação de ruas, becos, vielas e construções de edificações contribuem para o aumento da velocidade do escoamento superficial do fluxo das águas pluviais, que, por conseguinte ocasiona o surgimento de erosões.

As erosões urbanas trazem como consequência a danificação de pavimentos, criação de pontos baixos nas vias públicas, onde a água se acumula, e, assoreamento de córregos e rios, pelo acúmulo de material erodido dos terrenos.

Adotar um tipo de ocupação sem atender as características naturais de um terreno, pode levar a consequências danosas. É imprescindível, que ao realizar um loteamento, se faça o planejamento para a implantação de um sistema de drenagem juntamente com a canalização de córregos. Embora tenha um custo alto, no futuro se mostrará compensador (PACA e FORTES, 2007, p. 2 – 3).

3.1. Materiais e métodos

No decorrer do trabalho as atividades foram desenvolvidas em duas etapas, sendo uma fase de revisão bibliográfica e o outro trabalho de campo. Na revisão bibliográfica para a compreensão dos fatores relacionados ao desenvolvimento dos processos erosivos nos solos, procurou fontes de pesquisa através de consultas a livros disponíveis na biblioteca da universidade, pesquisa de artigos, e consulta em sites com conteúdo científico relacionado ao tema proposto.

A segunda etapa da realização do trabalho constitui na realização da pesquisa de campo. Com auxílio de um mapa viário urbano da cidade de Jardim, procurou identificar onde

se localizavam os processos erosivos nas vias públicas urbanas e quais os estágios de desenvolvimento das erosões encontradas. O processo de mapeamento ocorreu juntamente com registros fotográficos auxiliou na análise da coleta de dados a campo e se estendeu do período de 11 de outubro até três de novembro.

3.2. Resultados e discussões

A ineficiência do sistema de drenagem de águas pluviais urbanas e a presença de ruas sem pavimentação na cidade de Jardim serviu como foco para o objeto de estudo do presente trabalho, que teve como objetivo localizar e distinguir quais as feições e formas erosivas existentes nas vias públicas urbanas da cidade.

Para melhor compreensão e análise dos processos erosivos, realizou-se a divisão do perímetro urbano em cinco regiões, conforme figura 8. As denominações das regiões foram às seguintes: Centro, Noroeste, Nordeste, Sudoeste e Sudeste.

3.2.1. Região Central

O centro da cidade de Jardim composto por parte dos bairros da Vila Angélica e Camisão e todo o Centro da cidade, conforme, já abordado anteriormente, se encontra em sua maioria totalmente urbanizado e asfaltado. Contudo, durante os eventos chuvosos prolongados e de grande intensidade, observa-se acúmulo de água nas vias públicas.

Devido à presença do acúmulo de água durante os eventos chuvosos de intensidades fortes e longa duração, se faz necessário a realização da manutenção das galerias das redes de drenagem pluvial, pois, sem esse cuidado, as águas da chuva podem vir a destruir o asfalto, por escoar sobre a pavimentação devido à obstrução das galerias pluviais.

Na pequena parte da região central que se encontra sem pavimentação, foi identificado o desenvolvimento de processos erosivos, porém esse desenvolvimento se encontra em seu estágio inicial, a erosão laminar. A ocorrência de processos erosivos nos pontos identificados deve-se ao fato de estarem localizadas em áreas de interrupção da pavimentação e relevo com declividade.

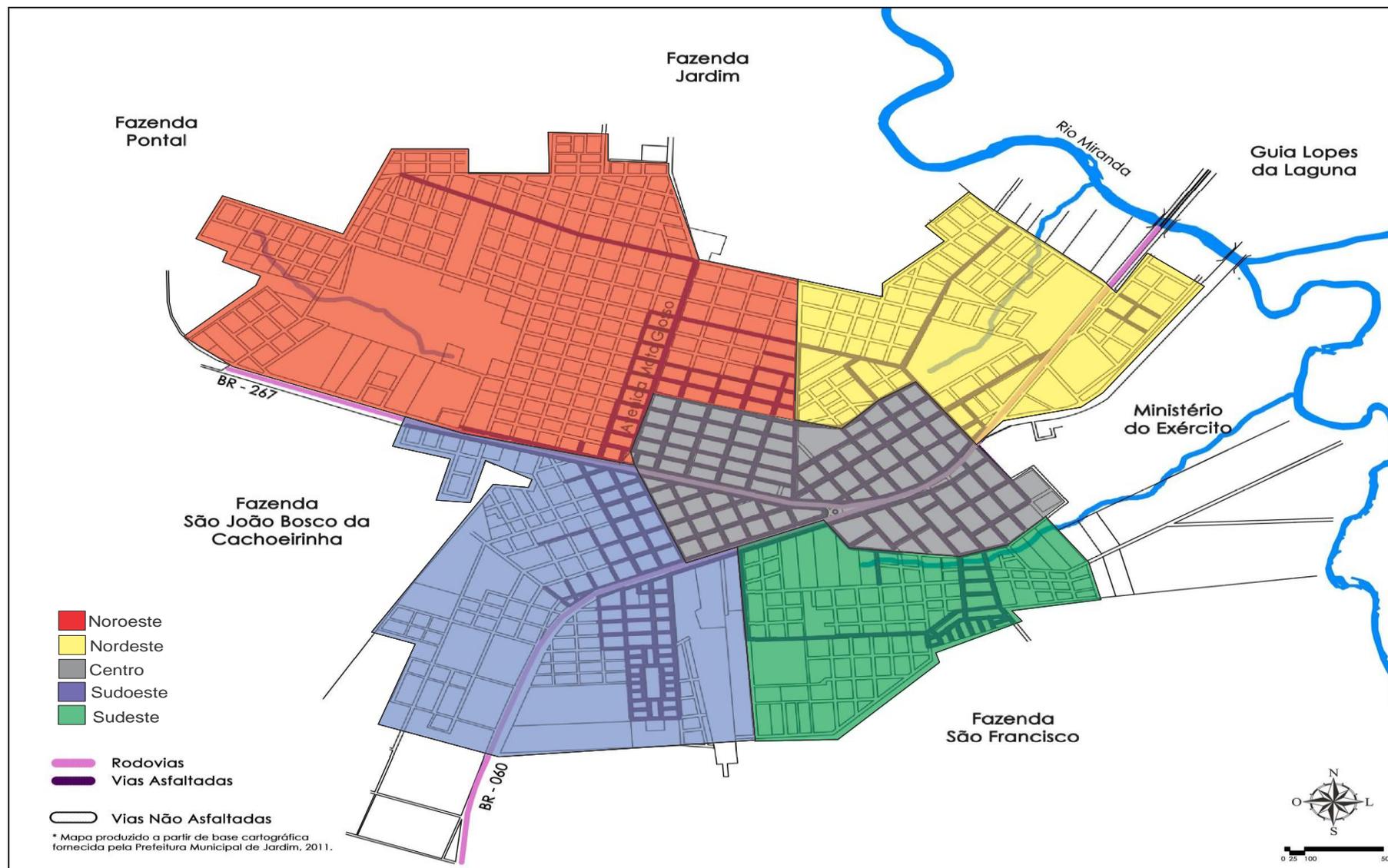


Figura 8 – Divisões das Áreas de Estudo.
Fonte: SOUZA, 2011.

É presente o descaso por parte do poder público nessas áreas, como ilustração pode-se observar a figura 9, é constatado que não há nenhum mecanismo ou barreira que visa impedir que o fluxo de água se tornasse concentrado ou tenha a sua velocidade diminuída. Sendo assim, ao entrar em contato com a área sem pavimentação, o fluxo de água realiza a retirada de sedimentos e eventual transporte para outras áreas.



Figura 9 – Erosões na área central da cidade. A) Ponto da Rua Tenente Ary Rodrigues mostrando o fim da pavimentação asfáltica e início da área sem pavimentação; B) Linha pontilhada demonstrando início da concentração do fluxo de água; C) Marcas no solo de erosão laminar.

Há pontos de erosão com essas mesmas características na Rua Ary Coelho de Oliveira com a Rua do Contorno, Rua do Contorno com a Rua Vereador Romeu de Medeiros e, no fim da Rua 1º de Maio, totalizando quatro pontos de desenvolvimento de processos erosivos.

3.2.2. Região Nordeste

O nordeste da cidade composto pelos bairros Vila Major Costa, Vila Carolina e parte da Vila Angélica, foram identificados 12 pontos de erosão.

Dentre as feições mapeadas, quatro foram identificadas como ravinas e oito em processo erosivo laminar. Na figura 10 são mostrados os casos de erosões encontradas nas ruas Minas Gerais, 1º de Maio e Marechal Rondon.

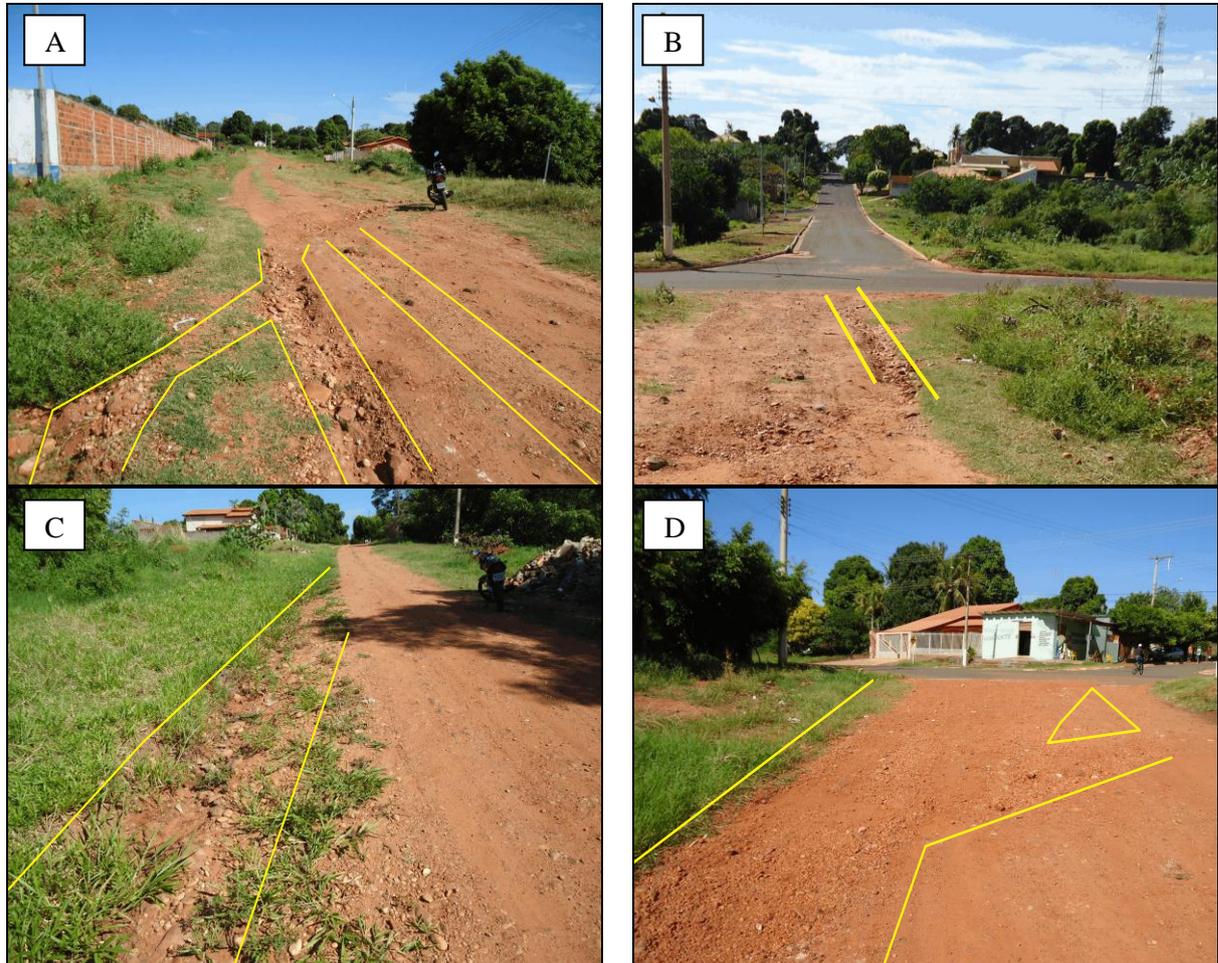


Figura 10 – Processos erosivos. A) escoamento de águas pluviais na Rua 1º de Maio; B) Aprofundamento da erosão laminar e deposição dos sedimentos retirados pela água da chuva na via pavimentada; C) escoamento concentrado em canal na Rua Marechal Cândido Rondon; D) Direções tomadas pelo fluxo de água na rua Minas Gerais.

As ruas retratadas na figura 10 se encontram rodeadas por vias pavimentadas e com declividade acentuada do relevo. Durante um evento chuvoso, o fluxo de água se torna turbulento, e ao escoar por vias com pavimentação e sem devida drenagem, se torna mais rápido, e, entrando em contato com as ruas sem pavimentação, provoca a remoção das partículas de solos. As erosões existentes no local é característica da falta de planejamento urbano, pois deveria haver no local, alguma barreira ou mecanismos para que o escoamento das águas pluviais não provocasse danos ao solo.

Em outra região que apresenta processos erosivos se deve a loteamentos habitacionais. Por se adotarem a terraplanagem como forma de preparação para construções

de casas acaba por gerar cortes no terreno. Esse processo descrito se encontra no final das ruas Ceará e Maranhão, na Vila Angélica, e, pode ser observado na figura 11.

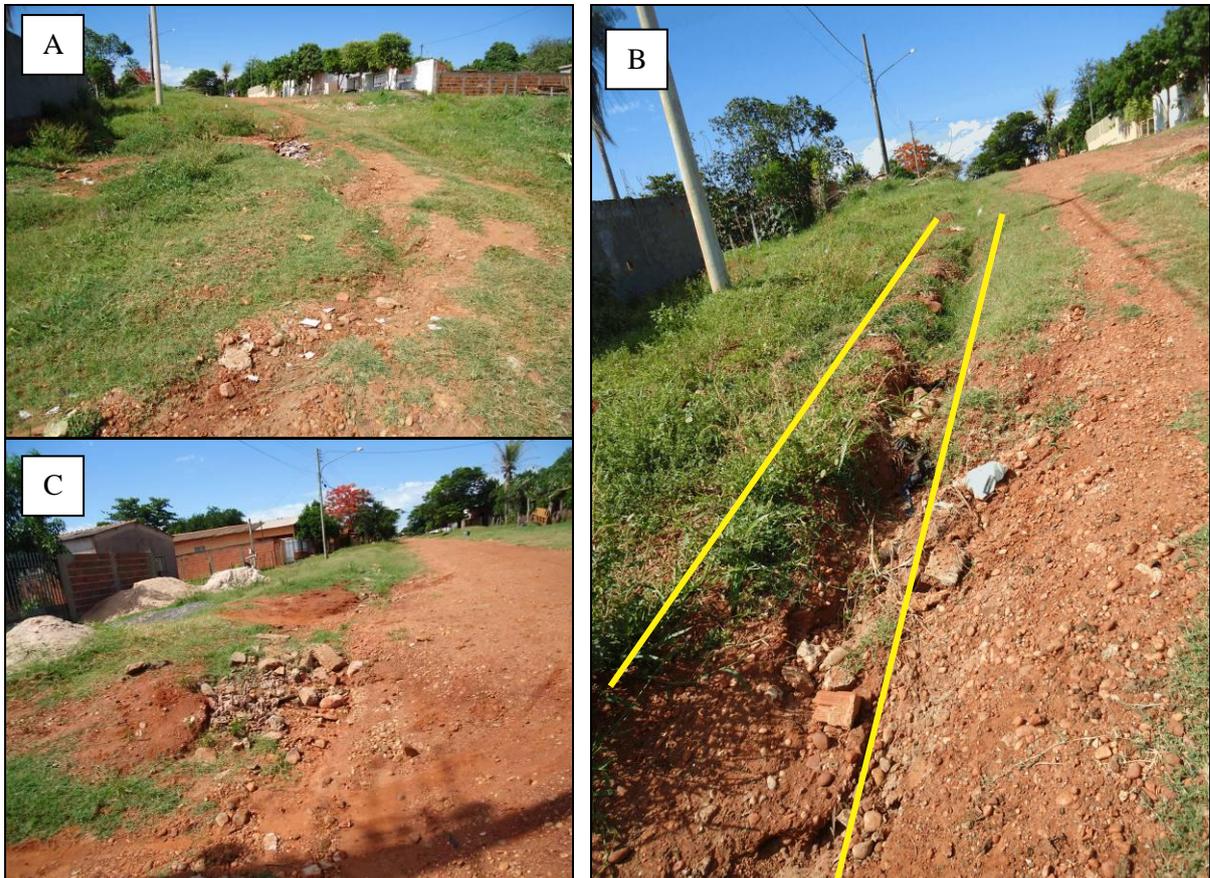


Figura 11 – Processos erosivos oriundos de loteamentos. A) Processo erosivo na rua Ceará; B) Aprofundamento de erosão laminar ocorrendo na via pública, originário de loteamentos realizado sem acompanhamento técnico C) Rua Maranhão, erosão laminar em área de construção de novas residências.

Outro ponto de erosão encontrado na região nordeste da cidade de Jardim, e que merece cuidado por parte do poder público se encontra na Rua dos Heróis, perto da região chamada de passo velho. A situação é preocupante, como pode ser notado na figura 12, porque no local há um córrego que deságua no rio Miranda.

Um dos impactos da erosão do meio ambiente é justamente o assoreamento. Devido à exposição do solo para ocupações urbanas, em geral acompanhadas com a movimentação de terra e impermeabilização dos solos, o mesmo fica susceptível a processos erosivos e transporte de material removido para as áreas de bacias, onde este fornece os materiais para que ocorra o assoreamento (ABDON, 2004, p. 33).

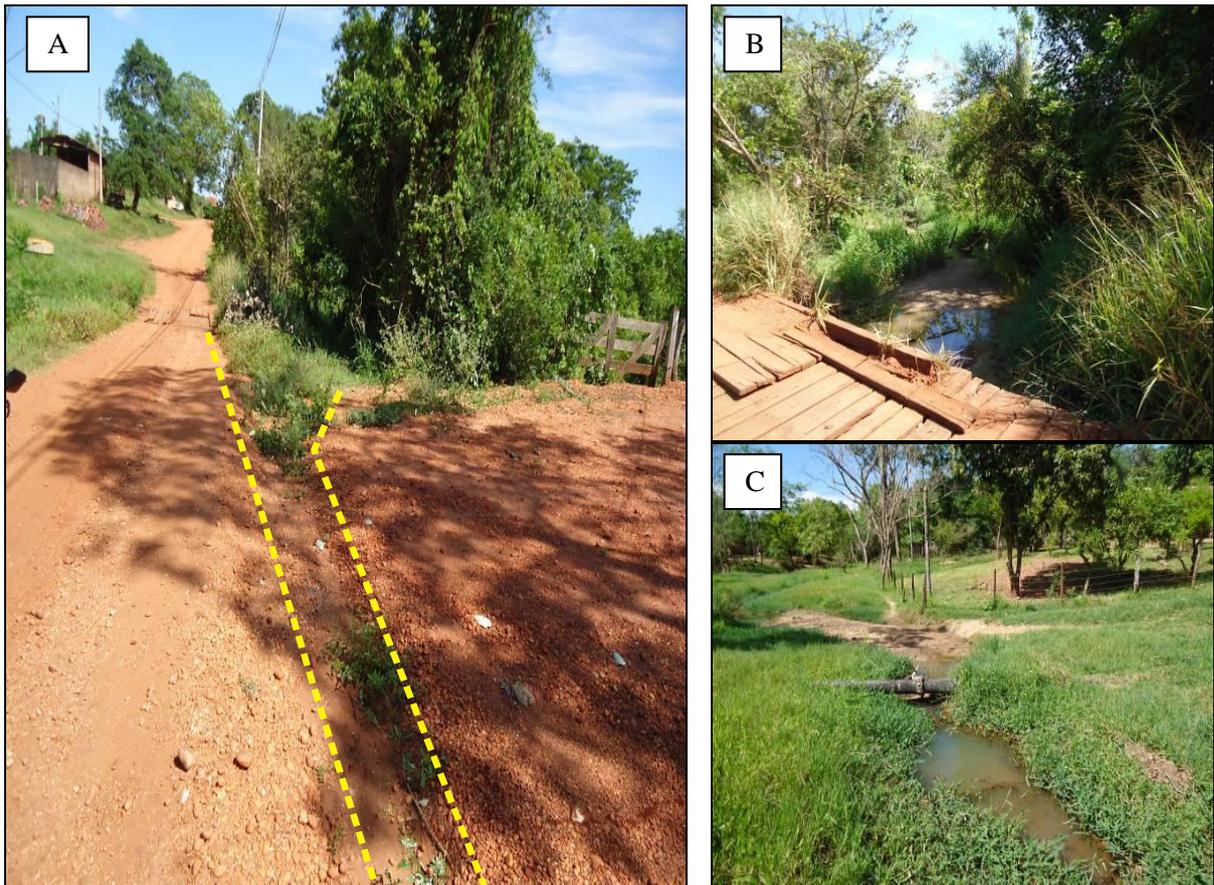


Figura 12 – Erosão na Rua dos Heróis. A) Erosão localizada próxima à margem do córrego, visível formação de canal de escoamento de água, sem mecanismo de drenagem; B) ponte de madeira sobre o córrego, perceptível assoreamento na região; C) Área localizada junto a ponte nota-se falta de cobertura vegetal e área de proteção contra sedimentos removidos pela ação da água da chuva.

3.2.3. Região Noroeste

Composto pelos bairros da Vila Angélica, CEAC, Oswaldo Monteiro, Jardim Panorama, Santa Tereza e Santa Luzia, é a área de maior concentração de população carente da cidade de Jardim, e a que apresenta a maior taxa de erosão em vias públicas, identificados 28 pontos de processos erosivos no mapeamento realizado, é a região que apresenta as formas erosivas mais desenvolvidas.

O povoamento na região começou no ano de 1971, as áreas mais recentes se datam no período de 2001 – 2010. Tendo a maior concentração de conjuntos habitacionais sofre com falta de investimentos públicos para a recuperação das áreas degradadas. Na figura 13, há um caso de erosão realizado por processo antrópico. Para drenagem de área alagada, realizou a abertura de uma valeta por obras da prefeitura na Rua Rio Verde.



Figura 13 – Antiga área alagada que foi drenada por obras da Prefeitura Municipal de Jardim.

Conforme moradores da região, essa valeta era pequena no início, mas se expandiu ao longo do tempo. Com os sucessivos eventos chuvosos, o processo erosivo se ampliou, podendo ser observado na figura 14, havendo incisão tanto na largura quanto verticalmente.

É comum a reclamação por partes dos moradores que a presença dessa valeta, ampliada pela ação dos sucessivos períodos de chuvas, o local se tornou ponto de foco e criadouro de mosquitos e sapos, outro ponto de reclamação se deve ao fato, que pessoas já sofreram acidentes no local.



Figura 14 – Jusante da área alagada. A) Erosão localizada na Rua Rio Verde; B) Ampliação da valeta devido aos sucessivos períodos chuvosos; C) Incisão vertical e lateral; D) Presença de água na erosão, foco de insetos.

Outro processo erosivo que se destaca na região se encontra na Rua Maracajú. Devido à declividade do terreno o escoamento da água pluvial se torna maior, provocando maior impacto da água no solo, conseqüentemente maior o volume de sedimentos carregado pela força erosiva.

Com a retirada da cobertura vegetal para a abertura de ruas, o solo fica desprotegido, tornando-se suscetível ao impacto das gotas da chuva, acelerando, assim, o processo erosivo.

Iniciando processo através de o escoamento laminar, aumentando a velocidade do fluxo, a água provoca maior incisão no solo, tendo início as ravinas, canais de largura estreita e pouco profunda, o alargamento do mesmo, origina as voçorocas, feições permanentes nas encostas. É esta descrição que se pode observar na figura 15, uma voçoroca em via pública localizada na Rua Maracajú.

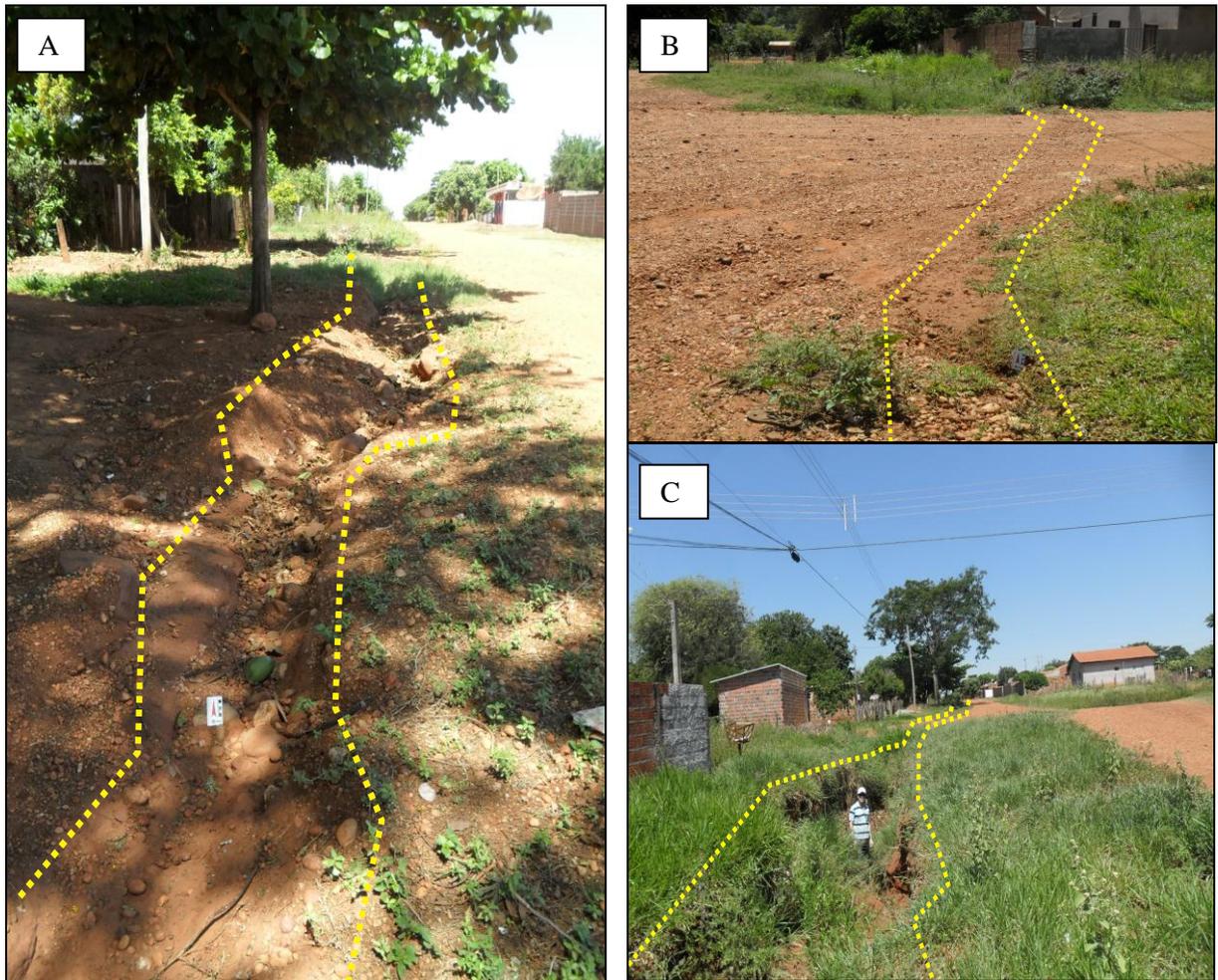


Figura 15 – Estágios erosivos na Rua Maracajú. A) Erosão em ravinas; B) Erosão laminar demonstrando o caminho percorrido pelo fluxo pluvial na entrada da voçoroca; C) Voçoroca.

Entre os prejuízos que a presença de erosões traz a população, estão o alagamento das casas, dificuldade de acesso para as próprias moradias e riscos de acidentes e perda parcial do terreno.

Há vários pontos de erosão dentro da área delimitada da região noroeste, porém não tão críticos e desenvolvidos como nos dois exemplos apresentados. Em outros pontos, conforme informação repassada por moradores, a Prefeitura Municipal realiza a manutenção das vias públicas, utilizando de maquinários para a obliteração de processos erosivos.

Mas a utilização de máquinas para a obliteração do processo erosivo nas vias públicas de Jardim acaba por provocar maiores gastos de dinheiro público na recuperação dessas vias e deixando cicatrizes nos solos.

Essas cicatrizes deixadas no solo reaparecem após um evento chuvoso. Pode-se notar presença de erosões laminares nessas áreas, não pondo fim ao problema. Essa prática de obliteração de erosões por máquinas de terraplanagem é responsável pelo aparecimento de

outro problema constatado pela pesquisa de campo, o rebaixamento das vias públicas, conforme pode ser observado na figura 16.



Figura 16 – Rebaixamento de via pública realizado para obliteração de erosões por tratores.

3.2.4. Região Sudoeste

Região que compreende os bairros da COHAB Aeroporto, Jardim Aeroporto, Vila Camisão e Jardim Taitá. Encontrados 12 pontos de erosão na localidade, sendo a maioria laminar.

O relevo da região colabora para o não aparecimento de maiores feições de erosão, por ser em sua maioria plana. As erosões laminares que foram encontradas são causadas pelo fluxo de água ao longo de um terreno, durante um evento chuvoso prolongado. O único ponto de maior preocupação se encontra perto do DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito) da cidade de Jardim, na Rua Tacuru.

A erosão localizada na Rua Tacuru, conforme pode ser observado na figura 17, ocorre em virtude da irregularidade do terreno, e também por não ter nenhuma estrutura de contenção do escoamento superficial da água da chuva no restante da via sem pavimentação

asfáltica. Não são profundas, mas pode-se evoluir para feições e forma maiores se houver o cuidado necessário para a contenção do processo erosivo.

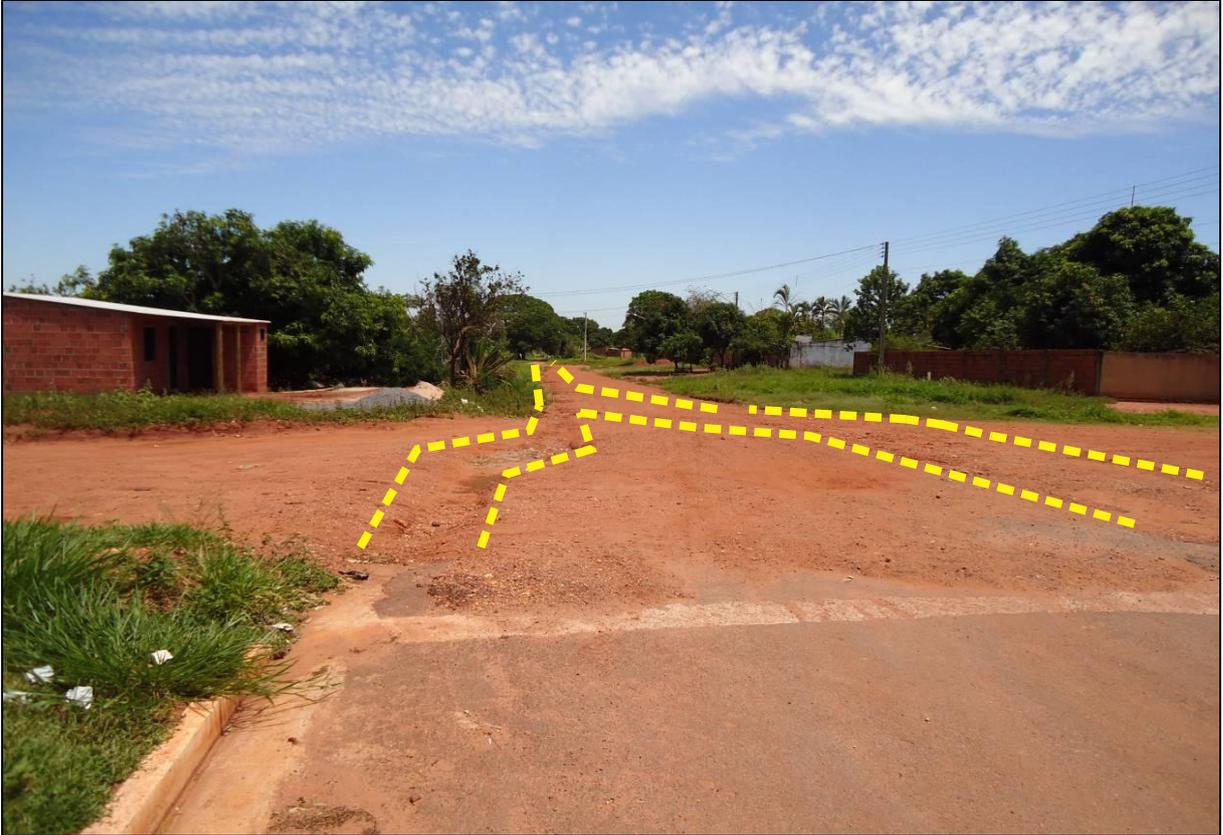


Figura 17 – Erosão localizada na Rua Tacuru, não profunda, originária do fluxo concentrado.

3.2.5. Região Sudeste

Região que compreende a Vila Brasil, tendo como principal características o relevo plano, foi localizado 17 pontos de erosão, na maioria laminar.

Esses pontos de erosões mapeados, principalmente nas ruas que fazem encontro com a Rua Clemente Barbosa, ocorrem, devido ao fato de que nessa área apresenta uma declividade de relevo.

Durante um evento chuvoso, com a saturação da capacidade de infiltração do solo, as águas dirigem-se as irregularidades do terreno, fazendo com que o escoamento se torne concentrado em fluxo, transportando as partículas removidas pela água da chuva, formando assim, sulcos na superfície do solo.

No encontro das ruas Nilo Perdomo e Clemente Barbosa, retratado pela figura 18, há a maior erosão da região sudeste. Mas a Prefeitura Municipal realiza o acompanhamento, e faz periodicamente a obliteração de erosão na área por máquinas de terraplanagem e tratores.

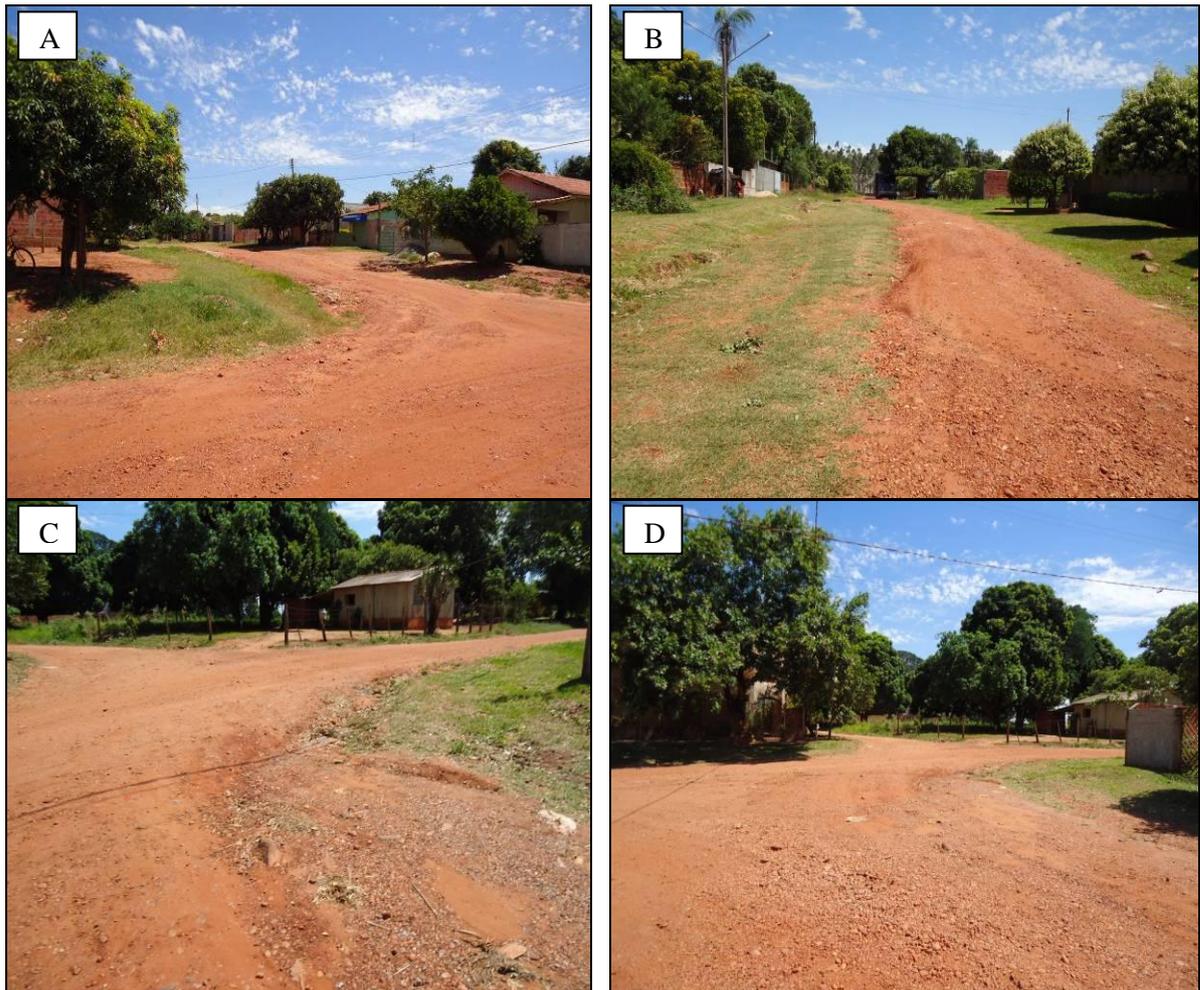


Figura 18 – Processos erosivos na região sudeste da cidade de Jardim. A) Erosão localizada na esquina da Rua Clemente Barbosa com a Rua Anízio dos Santos; B) Processo erosivo laminar na Rua Ascêncio Echague; C) Processo erosivo na Rua Nilo Perdomo com a Rua Clemente Barbosa; D) Marcas do escoamento do fluxo de água na Rua Nilo Perdomo com a Rua Clemente Barbosa.

3.3. Mapeamento

A partir da realização do trabalho de campo e da análise dos registros fotográficos realizados no período, foram identificadas 73 feições erosivas (tabela 8) localizadas nas vias públicas urbanas da cidade de Jardim.

Visto que as erosões laminares são características efêmeras nas encostas, pode ser obliterado por um evento chuvoso, esse número pode variar de acordo com a época do ano, sendo mais comum, durante época que há períodos sucessivos de chuvas (GUERRA, 2007, p. 181).

Tabela 8 – Erosões nas vias públicas da cidade de Jardim

Tipo	Quantidade
Laminar	58
Ravinas	13
Voçorocas	2
Total	73

Fonte: SOUZA, 2011.

Outro ponto que merece destaque conforme abordado na tabela 9 e Gráfico 1 é a amostragem de processos erosivos por regiões estudadas. A região Noroeste apresenta o maior número de erosões encontradas, e com estágio de desenvolvimento das mesmas, mais avançados, seguido pela região Sudeste, que apresenta 17 feições erosivas, mais em estágio inicial.

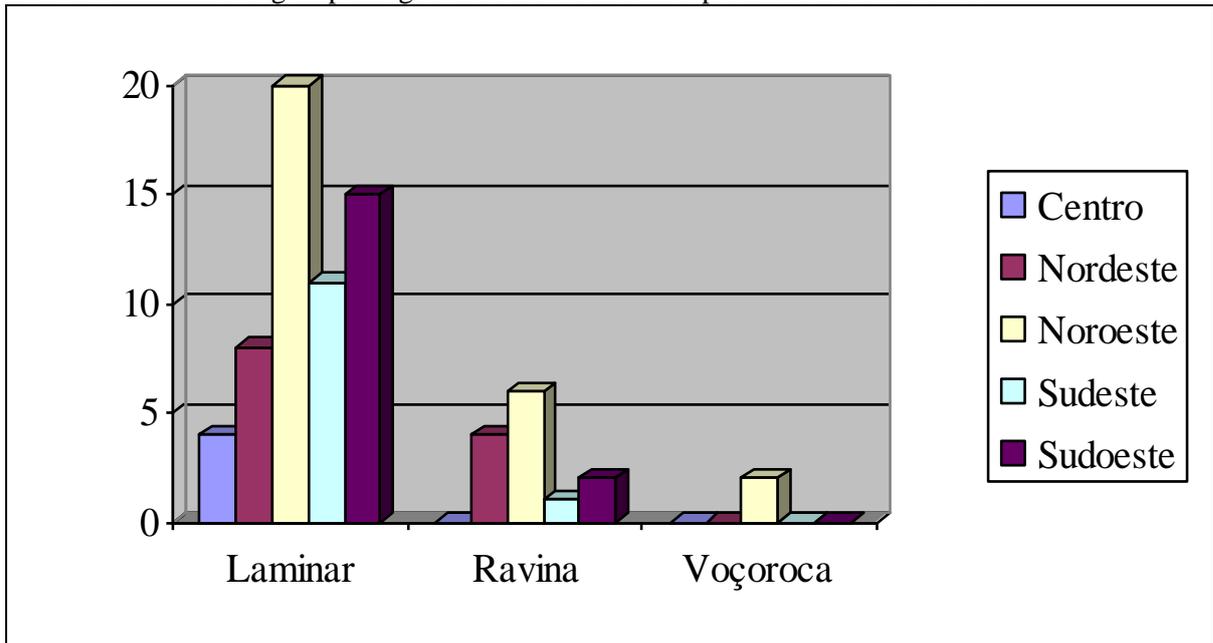
As regiões Nordeste e Sudoeste, cada uma apresentam 12 feições erosivas, contudo na região nordeste o estágio de desenvolvimento das erosões de encontram mais avançados, com presença de quatro processos erosivos em formas de ravinas na região, enquanto na região sudoeste, há somente um processo erosivo por ravinas, sendo as outras onze erosões laminares.

O Centro, por ser em sua maioria pavimentado e possuir sistema de drenagem das águas pluviais possui o menor número de processos erosivos.

Tabela 9 – Amostragem por regiões de erosões nas vias públicas urbanas de Jardim

Tipo	Laminar	Ravina	Voçoroça	Total
Centro	4	-	-	4
Nordeste	8	4	-	12
Noroeste	20	6	2	28
Sudeste	11	1	-	12
Sudoeste	15	2	-	17
	58	13	2	73

Fonte: SOUZA, 2011.

Gráfico 1 – Amostragem por regiões de erosões nas vias públicas urbanas de Jardim

Fonte: SOUZA, 2011.

O primeiro produto realizado com a identificação das feições erosivas encontradas na cidade de Jardim pode ser observado na figura 19, onde foi pontuado no Google™ Earth as erosões. Utilizou das cores amarela, verde e vermelha para pontuar as erosões laminar, ravina e voçoroca, respectivamente.

O segundo produto realizado transcrito figura 20, utilizou de base a mapa da rede de vias asfaltadas de Jardim para pontuar os processos erosivos identificados, utilizado do mesmo esquema de cores para representar as erosões encontradas.

3.4. Recomendações

Após a definição da área de estudo e a identificação dos problemas existentes, esse item tem por objetivo descrever medidas que possam ser tomadas para mitigar os impactos dos processos erosivos e mitigar os seus efeitos.

Nas áreas urbanas, os prejuízos decorrentes dos processos erosivos, são incalculáveis, colocando em riscos moradias e equipamentos de infraestrutura. Para obter sucesso na implantação e controle das erosões urbanas, o plano não deve ser elaborado de forma isolada, mas em conjunto com outras medidas para estabilizações de erosões (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 3).

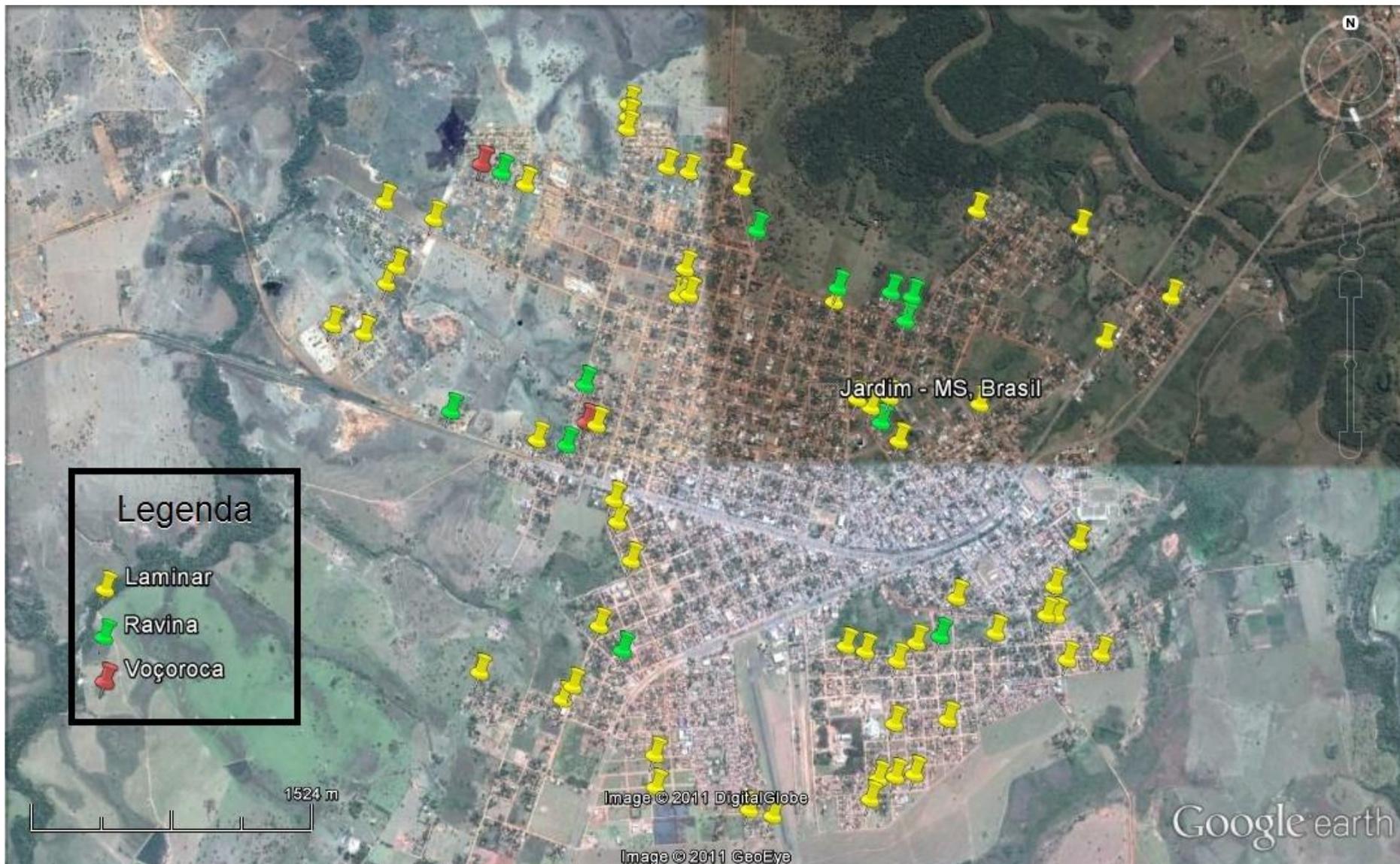


Figura 19 – Imagem de satélite da cidade de Jardim com os pontos de erosões.
Fonte: GOOGLE EARTH, 25/8/2010.

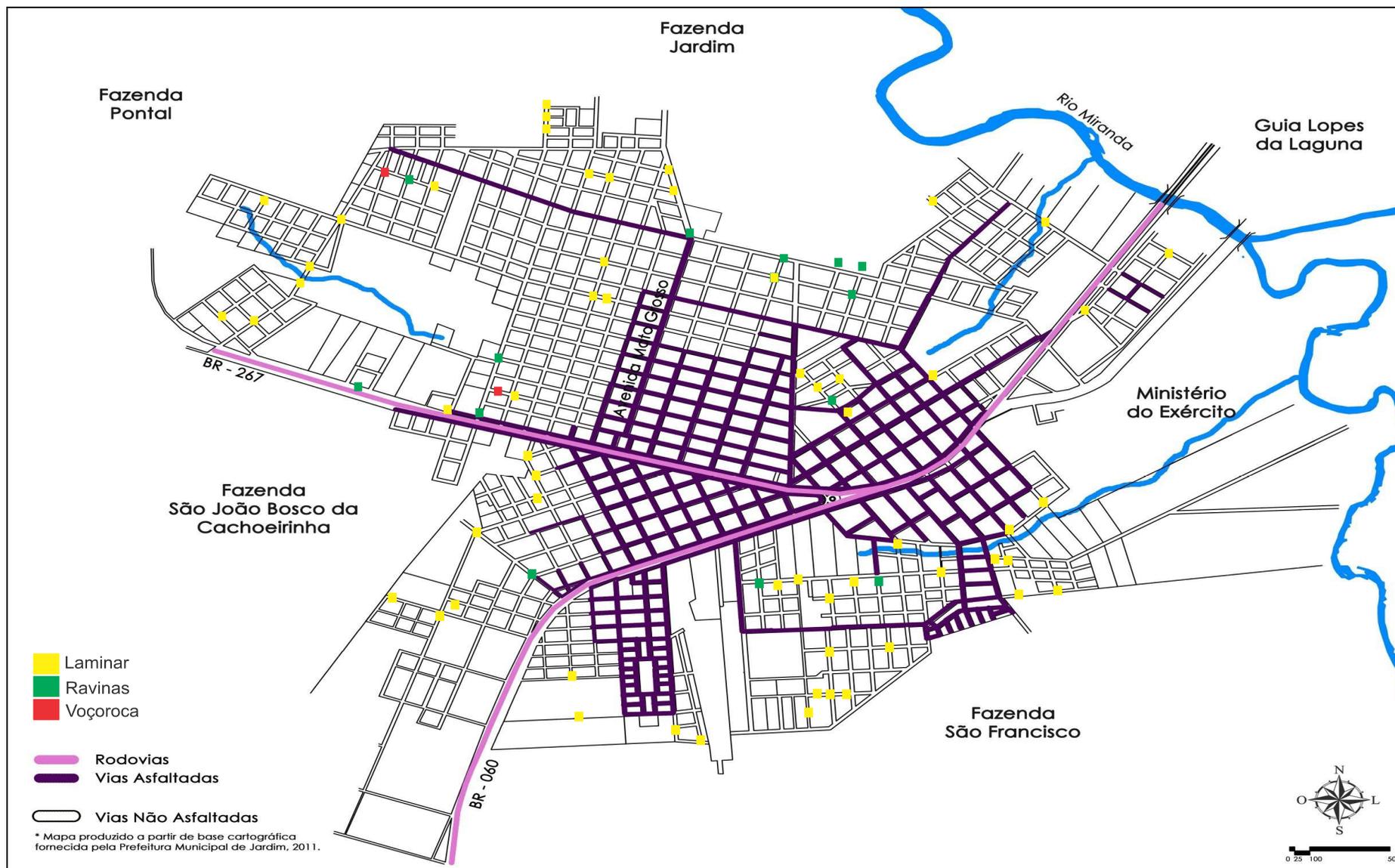


Figura 20 – Erosões em vias públicas pontuadas no mapa urbano da cidade de Jardim.

Fonte: SOUZA, 2011.

O processo de criação e de desenvolvimento de programas que visam melhorar ou revitalizar certos aspectos dentro de uma área urbana, o planejamento é definido com uma linguagem simples e direta por Floriano (2004 apud KURY e RAMALHO, 2008, p. 13) como a principal característica que diferencia o ser humano para os animais

por ser racional, o homem pode analisar o que ocorreu em situações semelhantes para prever o que é necessário fazer no futuro, repetindo o que deu certo e evitando os erros do passado; a este processo de organizar previamente as atividades futuras com base no conhecimento do passado chamamos 'planejamento' (FLORIANO, 2004 apud KURY e RAMALHO, 2008, p. 13).

Ferramenta de gestão, o planejamento possui grande importância em qualquer atividade potencialmente degradante ou que modifique o ambiente natural do sistema. Suas fases são sequenciais e podem ser definidas na seguinte ordem: 1) identificar o objeto do planejamento; 2) criar visão sobre o assunto; 3) definir qual o objetivo do planejamento; 4) determinar qual a pretensão com o planejamento; 5) metas; 6) criar um plano de ações para e atingir as metas e seu objetivo; 7) monitorar, analisar e controlar as ações realizadas; 8) criar um sistema de avaliação sobre os dados controlados; 9) prever medidas para correção e prevenção quanto a desvios que poderão durante a realização do plano (FLORIANO, 2004 apud KURY e RAMALHO, 2008, p. 13).

Para não determinação de novos processos erosivos, é de vital importância, que se estabeleçam bases técnicas para que o crescimento urbano não se torne desordenado.

Juntamente com a elaboração de um plano de crescimento urbano, deve ser levado em conta o planejamento do sistema de drenagem urbana, e que o mesmo, atenda as peculiaridades físicas, econômicas e sociais do local (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 3).

Bem como a implantação do sistema de drenagem, outro aspecto tão importante quanto a implantação da obra, é a conservação do sistema de drenagem. Há necessidade, por parte do poder público, ao conduzir o crescimento urbano, adotar medidas preventivas, por meio do planejamento, não permitindo loteamentos em áreas com alta suscetibilidade à erosão (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 3).

Sendo imprescindível a participação do profissional em Geociências para auxiliar o desenvolvimento planejado da cidade, tanto na incorporação de novas áreas, quanto nas áreas de junção populacional (NASCIMENTO, 1994, p. 98).

Na cidade de Bom Sucesso, Minas Gerais, a origem do processo de erosão está associada ao tipo do solo latossolo vermelho-amarelo, agravada pela falta da cobertura

vegetal. Na cidade o processo erosivo se intensificou devido ao escoamento das águas pluviais em solos desprovidos de vegetação, aumentando o efeito de selamento, adensamento e transporte de sedimentos (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 4). Visto que o escoamento superficial nos períodos de alta pluviosidade tende acelerar o processo erosivo, a Prefeitura Municipal de Bom Sucesso encomendou um estudo para que fossem apresentadas medidas que poderiam ser tomadas para amenizar e controlar o impacto causado pela erosão.

Na busca de contenção do processo erosivo, duas medidas foram apresentadas a Prefeitura Municipal de Bom Sucesso. A primeira medida a ser tomadas seria a implantação de estruturas de contenção de taludes, oferecendo estabilização às encostas e resistência a movimentação (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 4).

Outra medida apresentada seria a revegetação da área degradada por erosão, pois a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão. O manejo da contenção da erosão com a revegetação seria realizado com deferência da vegetação remanescente com enriquecimento de espécies de mudas. As espécies de mudas escolhidas para o controle do processo erosivo foram aquelas que possuem condições de se adaptar em locais de condições adversas e, que tornam o ambiente mais estável (FERREIRA e FERREIRA, 2007, p. 7 – 8).

Medidas alternativas de combate à erosão urbana também são sugeridas. O plantio de bambu a jusante, dentro das erosões podem ajudar, parcialmente, a estabilizar as erosões. Com rápido crescimento (centímetros por dia) trabalha a favor de represamento dos sedimentos e entulhos que descem a jusante (NASCIMENTO, 1994, p. 98).

Paliçada (vedação de um terreno realizada com estacas fincadas na terra) e barragens de madeiras são alternativas que podem ser executadas pelos moradores com pequeno auxílio da prefeitura (NASCIMENTO, 1994, p. 98).

Canal de escoadouro é uma alternativa para as vias públicas sem pavimentação. Com declividade inferior a 2%, os canais devem ser revestidos por grama, entre 2 e 5% de declividade com solo-cimento, e maior que 5% de declividade, com concreto. Para que deem vazão à água coletada e que não sejam erodidos, o sistema de drenagem deve ser dimensionado de acordo com a vazão esperada. Outro aspecto que deve ser levado em conta para adoção dessa medida é o seu custo de conservação, pois a sua manutenção é realizada juntamente com o restante da via pública (TECHIO e KLEIN, 2009, p. 5 – 6).

Mas nenhuma dessas técnicas deve ser utilizada sozinha, é sempre um conjunto de técnicas que vão ajudar a solucionar ou mitigar o problema (INPE, 2005, p.11).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de conclusão de curso realizado reafirma a necessidade de compreender o processo erosivo, e de seus inúmeros fatores controladores, dentre eles, o próprio homem, para que assim, possam ser entendidos os elementos que contribuem para o aumento de erosões. Uma vez, que esclarecidas às suas causas e consequências, pode selecionar estratégias que melhor se adaptam as necessidades locais.

Com o foco nas erosões urbanas, o presente trabalho identificou o impacto, causado pelas mesmas. As erosões urbanas acarretam na destruição equipamentos de infraestrutura, assoreamento de córregos e rios, devido ao sedimento removido, o agravamento das enchentes e perda de terreno deixando o solo impróprio para uso e ocupação (DAEE, 2010).

A erosão além de ser uma degradação do solo traz riscos à população, por multiplicar riscos de acidentes. Além disso, as suas grandes feições denominadas voçorocas, comumente se transformam áreas de despejos de lixo e entulhos condicionando locais de focos para proliferação de insetos (HIRATAKA et al. 2003, p. 3).

O surgimento do processo erosivo na cidade de Jardim está relacionado à falta de planejamento urbano que visasse atender os anseios da população e a expansão urbana. O planejamento se constitui em elemento chave para a prevenção da erosão, pois estabelece limites e técnicas para o desenvolvimento e crescimento de uma cidade.

Com o pressuposto que o planejamento urbano fornece diretrizes para a expansão de uma cidade, chega-se a conclusão que melhores políticas urbanas auxiliarão a evitar efeitos danosos ao meio ambiente, particularmente, se os governos estabeleceram políticas públicas que propõem atender não só a esfera econômica, mas, também a social e ambiental, estabelecendo um equilíbrio entre estes.

Visto que proposta do trabalho era identificar e caracterizar os diferentes processos erosivos existentes nas vias públicas urbanas da cidade de Jardim, localizou, durante o período de coleta de dados, 73 feições erosivas. Dentre essas 73 feições encontradas, 58 são erosões laminares, 13 ravinas e duas voçorocas.

Ao analisar os pontos de erosões encontradas nas vias públicas urbanas da cidade de Jardim, notou-se que a maioria dos processos erosivos se encontra em estágio de

desenvolvimento, porém, há locais, que as feições encontradas estão agravadas devido aos sucessivos períodos de chuva.

Primeiramente, há necessidade de empregar medidas para contenção do avanço do processo erosivo, ou as erosões que se encontram em seu estágio inicial irão se agravar. Para os dois pontos de voçorocas identificados é imprescindível adotar medidas urgentes de contenção para mitigar o problema ou realizar a estabilização da área.

Durante a pesquisa, notou-se que uma das deficiências da cidade de Jardim, é que até hoje, a cidade não conta com um sistema de drenagem de água pluvial eficiente e que atenda a todos os bairros, fazendo necessária a ampliação do mesmo.

Para que sejam compreendidos os impactos ambientais se faz necessário o conhecimento dos agentes geradores, o presente trabalho se concentrou na compreensão dos fatores controladores do processo erosivo. O aumento da ocorrência e agravamento das erosões nas cidades está intrinsecamente relacionado à urbanização sem planejamento. O desafio que se apresenta está em se aprender a conviver com a urbanização e criar um equilíbrio entre o econômico e social, aproveitando as vantagens e direcionando os impactos negativos advindos da urbanização em um caminho possível de manejar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M. M. **Os Impactos Ambientais no Meio Físico – Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, Em Decorrência da Pecuária**. 2004, 302 f. Tese (Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

ALBUQUERQUE, F. N. B.; GAROZI, J. S. Erosão por Voçoroca na Área Urbana de Eunápolis (Bahia): Início, Evolução e “Reabilitação”. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – SBGFA**, 2008. Viçosa. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/033.pdf>, acessado em: 11/10/2011.

ALMEIDA FILHO, G. S. et al. Prevenção e Controle da Erosão Urbana no Estado de São Paulo. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2009. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/brasil/ix-003.pdf>>, acessado em 14/10/2011.

ALMEIDA, F. G.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e Impactos Ambientais na Cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2001. p. 253 – 274.

ARAÚJO, Q. R.; PAIVA, A. Manejo e Conservação do Solo e da Água na Região Cacaueira da Bahia. Aspectos Básicos. In: **27ª Semana do Fazendeiro**. Uruçuca, 2005. Agenda. Uruçuca, CEPLAC/CENEX/EMARC. p. 78 – 87.

BARCELLOS, P. F. P.; BARCELLOS L. F. P. **Planejamento Urbano sob Perspectiva Sistêmica: Considerações Sobre a Função Social da Propriedade e a Preocupação Ambiental**. Rev. FAE, Curitiba, v.7, n.1, p.129-144, jan./jun. 2004.

CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. **Previsão da Vazão em Microbacias Urbanas: Arroio do Dilúvio em Porto Alegre.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 4, nº 1, Jan/Mar, 1999. p. 19 – 33.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia.** [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://geografiaambiental.files.wordpress.com/2010/12/geomorfologia.pdf>>, acessado em: 12/10/2011.

DEFESA CIVIL, DF, disponível em: <http://www.defesacivil.df.gov.br/003/00301009.asp?ttCD_CHAVE=70415>, acessado em: 10/10/2011.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, DAEE. Disponível em <http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=76:apoio-ao-municipio&catid=46:apoio-ao-municipio>, acessado em 29/04/2011.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PORTO ALEGRE, DMAE. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php?p_secao=260>, acessado em: 29/10/2011

DER/PR (DG/AP). **Drenagem: Dispositivos de Drenagem Pluvial Urbana.** Departamento de Estrada de Rodagem do Estado do Paraná – DER/PR, 2005. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/pdf_Drenagem/ESD1205DispositivosDrenagemPluvialUrbana.pdf>, acessado em: 12/10/2011.

FERNANDES, L. S. **Avaliação de Mantas Comerciais na Vegetação de Talude em Corte de Estrada.** Viçosa, MG: UFV, 2004.

FERREIRA, R. R. M.; FERREIRA V. M. **Projeto de Estruturas de Contenção em Taludes em Área Erodida.** Bom Sucesso, MG: 2007. Disponível em: <<http://www.projetomariadebarro.org.br/repositorio/File/vocbomsucesso.pdf>>, acessado em: 25/10/2011.

FICHA INFORMATIVA Nº 2: **Erosão Hídrica e Compactação**, 2009. Disponível em: <<http://soco.jrc.ec.europa.eu/factsheets.html>>, acessado em: 05/09/2011.

GUERRA, A. J. T. **A Erosão dos Solos no Contexto Social**. 1994. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1994/vol_17_14_23.pdf>, acessado em: 12/10/2011.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 7ª edição. Rio de Janeiro, Rj: Bertrand Brasil, 2007. p. 149 – 202.

HIRATAKA, A. et al. **Erosão em Áreas Urbanas**. PHD. 2537.2003. p. 1-10.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, IBGE. **Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acessado em: 08/08/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>, acessado em 08/08/2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE, 2005. Disponível em: <http://mcm15.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris%401915/2005/11.08.12.31/doc/03_solos_e_eros%e3o.pdf>, acessado em: 07/08/2011.

KURY, K. A.; RAMALHO, R. S. **Planejamento do Uso do Solo no Entorno do Parque Estadual do Desengano: Agricultura em Relevo Colinoso no Distrito de Marangaba – Campos dos Goytacazes/RJ**. Revista Visões 5ª Edição, Nº5, Volume 1 - Jul/Dez 2008.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. 2ª reimpressão. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2007. p. 147 – 159.

MARQUES, J. F. et al. **Avaliação Física e Econômica da Erosão do Solo: Estudo de Caso em Microbacia Hidrográfica**. 2004. Disponível em:

<<http://marta.tocchetto.com/site/?q=system/files/avaliacaofisicaeconomica.pdf>>, acessado em: 12/10/2011.

MENDONÇA, J. K. S.; GUERRA, A. J. T. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. GUERRA, A. J. T.; VITTE, C. A. (orgs.). Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004, p. 225-251.

MIRANDA, Jarbas H. de et al. **Dimensionamento de terraços de infiltração pelo método do balanço volumétrico**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. 2004, vol.8, n.2-3, pp. 169-174. ISSN 1807-1929. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a01.pdf>>, acessado em: 14/09/2011.

MONDARDO, D. et al. Proposta de Recuperação Ambiental da Área Urbana da Microbacia do Rio Ouro Monte. In: **2nd International Workshop Advances in Clear Production**. São Paulo, SP: 20 a 22 de Maio de 2009.

MONTE-MOR, R. L. **As Teorias Urbanas e o Planejamento Urbano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper35.pdf>>, acessado em: 11/10/2011.

NASCIMENTO, M. A. L. S. **Erosões Urbanas em Goiânia**. Boletim Goiano de Geografia. 14 (1) p. 77 – 91, Jan/Dez, 1994.

PACA, V. H. M.; FORTES, J. D. N. Sistemas de Drenagem Pluvial em Comunidades Carentes: Caso das Comunidades de Vila Caramuru, Morro dos Mineiros e Vila Amizade – RJ. 2007. In: **I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste**. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste31.pdf>, acessado em: 12/10/2011.

PINESE JÚNIOR, J. F. et al. **Monitoramento de Erosões Laminar em Diferentes Usos da Terra, Uberlândia – MG**. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/viewFile/9532/5772>>, acessado em: 11/10/2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, PNUD. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/index.php>>, acessado em: 08/08/2011.

RENDEIRO, N. P. **Levantamento e Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Município de Jardim, estado do Mato Grosso do Sul.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, 119 p. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2007.

REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL PARTICIPATIVO DE JARDIM – MATO GROSSO DO SUL. Produto 2, Relatório da Leitura da Realidade do Município. Agosto, 2011. 279p.

SANTOS, E. E.; FARIA, A. L. L. Mapeamento e Monitoramento de Processos Erosivos A Partir de Imagens Ikonos: Um Estudo de Caso da Área Urbana do Município de Queluzito (MG). In: **Anuais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Curitiba, PR: 30 de abril a 5 de maio de 2011, INPE. p. 5716 – 5721.

SCHUMACHER, P. et al. **Processos Erosivos em Áreas Urbanas e a Aplicação de Técnicas Alternativas de Contenção de Voçorocas.** Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/resumos_expandidos/eixo11/021.pdf>, acessado em: 11/10/2011.

SILVA, A. J. P. **Análise da Voçoroca na Cabeceira do Córrego Grota, no Município de Joviânia – GO.** Goiânia, GO, 2007.

SOARES JÚNIOR, H. H.; FERREIRA, O. M. **Processos Erosivos e Perda de Solo em Estradas Vicinais.** Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/PROCESSOS%20EROSIVOS%20E%20PERDA%20DE%20SOLO%20EM%20ESTRADAS%20VICINAIS.pdf>>, acessado em: 30/09/2011.

TECHIO, J. W.; KLEIN, V. **Importância e Técnicas Para um Adequado Planejamento do Sistema Viário no Meio Rural.** Passo Fundo, RS: 2009. Disponível em: <http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2010223163622234importancia_e_tecnica>

s_para_um_adequado_planejamento_do_sistema_viario_no_meio_rural.pdf>, acessado em: 09/09/2011.

TUCCI, C. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco, 2005.

TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Drenagem Urbana e Controle da Erosão. In: **VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão, Presidente Prudente, SP**: 29 de março a 1 de abril, 1998.

VIEIRO, A. C. **Análise da Geologia, Geomorfologia e Solos no Processo de Erosão por Voçorocas: Bacia do Taboão, RS**. 2004, 124 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ZOCCAL, J. C. **Soluções cadernos de estudos em conservação do solo e água**. Presidente Prudente: CODASP, 2007 v. 1, n.1, mai. 2007.