

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

**CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E AVALIAÇÃO DO
DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE CACOAL - RO DE
1986 A 2007, UTILIZANDO TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

BALTAZAR CASAGRANDE
Uberlândia/MG

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

BALTAZAR CASAGRANDE

**CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E AVALIAÇÃO DO
DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE CACOAL - RO DE
1986 A 2007, UTILIZANDO TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rosa

Uberlândia/MG

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C334c Casagrande, Baltazar, 1982-

Caracterização do meio físico e avaliação do desmatamento no município de Cacoal – RO de 1986 a 2007, utilizando técnicas de geoprocessamento / Baltazar Casagrande. - 2009.

109 f. : il.

Orientador: Roberto Rosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui bibliografia.

1. Geografia física - Cacoal (RO) - Teses. 2. Sistemas de informação geográfica - Teses. 3. Desmatamento - Cacoal (RO) - Teses. I. Rosa, Roberto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 911.2

(811.1)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BALTAZAR CASAGRANDE

**CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E AVALIAÇÃO DO
DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE CACOAL - RO DE
1986 A 2007, UTILIZANDO TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

Prof. Dr. Roberto Rosa - UFU

Prof. Dr. Jorge Luis Brito Silva - UFU

Prof. Dr. Wallace de Oliveira - UFMS

Data: _____ / _____ de _____

Resultado: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Roberto Rosa pela confiança, orientação e incentivo durante este período. Ao Prof. Dr. Jorge Luis Silva Brito e Prof. Dr. Wallace de Oliveira por aceitarem participar da banca.

Aos amigos do Laboratório de Geoprocessamento, que por alguns anos foram os meus parceiros de trabalho, de alegrias, de tristezas, mas que foram determinantes para que eu pudesse vencer.

Aos amigos da Engevale Avaliações e Projetos, que acompanharam minhas preocupações quanto ao tempo para escrever esta pesquisa e sempre me deram apoio para que eu pudesse concretizar o trabalho.

A Engevale Projetos e Avaliações, pelo fornecimento de materiais e compreensão durante este longo período do Mestrado.

Em especial agradeço aos meus pais, meu irmão, minha esposa Carla, a família de minha esposa, aos irmãos de consideração Marim e Vinicius e a amiga Mirna Karla.

Meus pais: pessoas brilhantes, pois tudo que sou devo ao Sr. Augustinho Casagrande e Sr^a Juanita de Riz Casagrande, então deixo o meu agradecimento aqui não só por ter concluído uma pesquisa de mestrado, mas por tudo que fizeram por mim meus queridos.

Aos amigos Renzo e Beatriz, Valter Moura e Joana, João Carlos de Oliveira e Marília e muitas outras pessoas que deveria agradecer, mas acabei me esquecendo por vontade própria ou não.

Aos amigos de república durante todo o período de vida acadêmica.

Ao órgão de fomento a pesquisa CNPq, que me proporcionou bolsa no começo do curso de Mestrado.

A Pós Graduação, pela oportunidade e incentivo a formação de novos profissionais.

RESUMO

O objetivo geral da presente pesquisa consiste em realizar o levantamento e mapeamento do meio físico e avaliar os desmatamentos no município de Cacoal, Estado de Rondônia, utilizando técnicas de geoprocessamento. Este objetivo foi alcançado através da elaboração de mapas temáticos da área de estudo, dentre eles, os mapas de uso antrópico e cobertura vegetal dos anos de 1986, 1999, 2005 e 2007. Para a realização desta pesquisa foi relevante a utilização de materiais e técnicas computacionais modernas e eficientes disponíveis, a exemplo das cartas planialtimétricas de Cacoal e Presidente Médice elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na escala de 1:250.000, os mapas geomorfológico e pedológico, elaborados pelo Projeto RadamBrasil, Ministério das Minas e Energia, além das imagens de satélite dos anos de 1986, 1999, 2005 e 2007. Os resultados obtidos apresentam a elaboração dos mapas de hipsometria, declividade do terreno, geologia, drenagem, sub-bacias hidrográficas, malha viária e solos, mapeamentos estes que facilitaram dimensionar as características físicas do município estudado. O mapeamento do uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999, 2005 e 2007 foi importante para a análise do desmatamento em Cacoal, apontando, que durante os 20 anos de colonização, a reserva indígena não sofreu alterações em sua área de mata para fins agropecuários, mantendo 25,60% da área total do município com floresta nativa. O uso antrópico foi o que mais cresceu durante o período de colonização da região e, por consequência, a área de vegetação natural foi a que mais diminuiu, pois, no ano de 1986, 42,65% da área era ocupada por vegetação natural e 31,31% por uso antrópico. Em 1999, a área de vegetação natural caiu para 22,49% e a área de uso antrópico subiu para 51,21%. No ano de 2005, o valor da área ocupada por vegetação natural passou para 15,95% e a área de uso antrópico foi para 57,75%, ou seja, a vegetação natural sofreu redução de 26,70% de sua área, enquanto que o uso antrópico teve aumento de 26,44%. A área de influência urbana também cresceu nos primeiros 12 anos, saindo de 0,24% e subindo para 0,52% e, assim manteve-se nos 8 anos seguintes. Conclui-se com esta pesquisa que o levantamento do meio físico e análise do desmatamento, através de técnicas de geoprocessamento, que o município vem sendo desmatado desde os anos de 1980 e que, se o poder público não tomar medidas para conscientizar a população local, em breve as áreas de vegetação natural não irão mais existir no município, o que causaria graves impactos ambientais. Este fato não compromete somente a estrutura física do município, mas também as pessoas ali instaladas, pois as mesmas retiram desta terra o seu sustento.

Palavras chave: Geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG, desmatamento, Cacoal, sub-bacias hidrográficas e uso antrópico e natural.

ABSTRACT

The general objective of this research is conducting the survey and mapping the physical environment and evaluate the deforestation in the municipality of Cacoal, in the state of Rondônia, Brazil, using geoprocessing techniques. This objective was achieved through the elaboration of thematic maps of the studied area, among them, the maps of human use and vegetation cover of the years 1986, 1999, 2005 and 2007. So this research could be accomplished it was necessary the use of modern and relevant materials and efficient computational techniques available, like the planaltimetric letters of Cacoal and Presidente Médice compiled by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), on the scale of 1:250.000, the geomorphological and soil maps, prepared by RadamBrasil Project, Ministry of Mines and Energy, besides the satellite images of the years 1986, 1999, 2005 and 2007. The obtained results show the elaboration of hypsometric maps, slope of terrain, geology, drainage, sub-basins, road network and soil maps, these mappings could make it easier dimensioning the physical size of the studied municipality. The mapping of human use and natural vegetation covering of the years 1986, 1999, 2005 and 2007 was important for the analysis of deforestation in Cacoal, showing that during the 20 years of colonization, the Indian reservation hasn't changed in its area of forest for agricultural purposes, maintaining 25.60% of the total area of the municipality with native forest. The human use was what grew the most during the colonization of the region, therefore, the area of natural vegetation was the most reduced one because in 1986 42.65% of the area was occupied by natural vegetation and 31.31% by men. In 1999, the natural vegetation area fell to 22.49% and the human use area increased to 51.21%. In 2005, the value of natural vegetation occupied area was about 15.95% and the human use area was about 57.75%, therefore, the natural vegetation decreased about 26.70% of its area, while the human use has increased 26.44%. The area of urban influence also increased in the first 12 years, going from 0.24% to 0.52% and these remained in the 8 following years. With this research it's possible to conclude that the mapping of the physical environment and analysis of the deforestation, the municipality has been deforested since the 1980's and that if the government fails to take measures to make the local population aware of this fact, soon the areas of natural vegetation will no longer exist in the city, which causes serious environmental impacts. This fact commits not only the physical structure of the municipality, but also the people settled there, because they make their living from the land.

Keywords: Geoprocessing, remote sensing, GIS, deforestation, Cacoal, sub-basins and human and natural use

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Representação dos biomas brasileiros.....	20
Quadro 1	Desmatamento em Rondônia de 1994 à 2003.	24
Figura 2	Arquitetura do ambiente de Geoprocessamento.....	28
Figura 3	Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.	30
Figura 4	Espectro eletromagnético.....	32
Quadro 2	Características do sistema sensor MSS (Multispectral Scanner Systema).....	33
Quadro 3	Características do sistema sensor RBV (return Beam Vidicon).....	34
Quadro 4	Características do sistema sensor TM (<i>Thematic Mapper</i>).....	34
Quadro 5	Características do sistema sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)..	34
Figura 5	Metodologia utilizada.....	41
Quadro 6	Classes de hipsometria.....	42
Quadro 7	Classes de declividade.....	42
Gráfico 1	Média de Precipitação e Temperatura 2005/2008.....	48
Gráfico 2	Classes de hipsometria e percentual de área ocupada.....	50
Gráfico 3	Classes de declividade e percentual de área ocupada.....	54
Gráfico 4	Classes geológicas e percentual de área ocupada.....	59
Gráfico 5	Percentual de áreas ocupadas por sub-bacias hidrográficas.....	64
Figura 6	Topologias de desmatamento.....	69
Gráfico 6	Classes solos e percentual de área ocupada.....	74
Gráfico 7	Percentual de área ocupada de uso antrópico e cobertura vegetal natural x bacias hidrográficas.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Chave de interpretação para a imagem da composição colorida 3r4g5b do satélite <i>Landsat</i>	44
Tabela 2	Temperatura e precipitação média mensal dos anos de 2005 e 2008.	49
Tabela 3	Área ocupada pelas diferentes cotas altimétricas do município de Cacoal/RO.....	50
Tabela 4	Classes de declividade por área ocupada.....	53
Tabela 5	Categorias de geologia por área ocupada.....	58
Tabela 6	Área ocupada pelas sub-bacias hidrográficas.....	63
Tabela 7	Categorias de solos por área ocupada.....	74
Tabela 8	Áreas ocupadas por categorias de uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1986, 1999 e 2005.	78
Tabela 9	Áreas ocupadas por categorias de uso antrópico e cobertura vegetal natural nas sub-bacias hidrográficas no ano de 2007	89
Tabela 10	Área ocupada por uso antrópico e cobertura vegetal natural do ano de 2007 com e sem área de reserva indígena.....	91
Tabela 11	Uso antrópico e cobertura vegetal natural, 2007 X Malha viária.....	94
Tabela 12	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Fortuninha	95
Tabela 13	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Branco.....	96
Tabela 14	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do Igarapé Manuel.....	97
Tabela 15	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Volta Grande.....	97
Tabela 16	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Machado.....	98
Tabela 17	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio São Pedro.....	99
Tabela 18	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Riozinho.....	99
Tabela 19	Área ocupada pelas categorias de solos e uso antrópico de 2007, na bacia do rio Sete de Setembro.....	100

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Área de pastagem em relevo plano.....	54
Foto 2	Área de pastagem e agricultura em relevo levemente ondulado.....	55
Foto 3	Área de pastagem e agricultura em relevo ondulado.....	55
Foto 4	Afloramento rochoso em área de relevo ondulado.....	59
Foto 5	Afloramento rochoso em meio a pastagem.....	60
Foto 6	Afloramento rochoso na região da linha 7.....	60
Foto 7	Afloramento rochoso na região da linha 10.....	62
Foto 8	Córrego localizado na sub-bacia do rio Machado sem mata ciliar.....	64
Foto 9	Área com solo exposto, preparo par a plantio de pastagem.....	75
Foto 10	Floresta amazônica.....	75
Foto 11	Culturas anuais.....	79
Foto 12	Culturas perenes.....	79
Foto 13	Pastagens.....	80
Foto 14	Influência urbana.....	80
Foto 15	Rio Machado.....	81

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Localização do município de Cacoal/RO.....	12
Mapa 2	Hipsometria.....	51
Mapa 3	Declividade do terreno.....	56
Mapa 4	Geologia.....	61
Mapa 5	Rede de drenagem.....	66
Mapa 6	Sub-bacias hidrográficas.....	67
Mapa 7	Malha viária.....	70
Mapa 8	Solos.....	76
Mapa 9	Carta imagem de 1986.....	83
Mapa 10	Carta imagem de 1999.....	84
Mapa 11	Carta imagem de 2005.....	85
Mapa 12	Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1986.....	86
Mapa 13	Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1999.....	87
Mapa 14	Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 2005.....	88
Mapa 15	Carta imagem de 2007.....	92
Mapa 16	Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 2007.....	93

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 - Bioma amazônico	20
2.2 - Desmatamento na Amazônia.....	23
2.3 - Geotecnologias	26
2.4 - Sistema de informação geográfica	28
2.5 - Sensoriamento remoto.....	31
2.6 - Levantamento do meio físico.....	35
3- MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1 - Materiais.....	37
3.2 - Métodos	40
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1 – Características físicas do município de Cacoal – RO.....	47
➤ Clima	47
➤ Hipsometria.....	49
➤ Declividade do terreno.....	52
➤ Geologia.....	57
➤ Rede hidrográfica e sub-bacias hidrográficas.....	62
➤ Malha viária.....	68
➤ Solos.....	71
4.2 - Análise do Desmatamento no município de Cacoal – RO.....	77
➤ Uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999 e 2005...	77
➤ Uso antrópico e cobertura vegetal natural por sub-bacias hidrográficas no ano de 2007.....	89
➤ Uso antrópico e cobertura vegetal natural do município de Cacoal, 2007 x malha viária.....	94
➤ Uso antrópico e cobertura vegetal natural, 2007 x tipos de Solos.....	95
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS.....	104

1- INTRODUÇÃO

Perante as questões socioeconômicas e ambientais que emergem no mundo globalizado, no século XXI, as altas taxas de consumo e a exploração de bens naturais pela agricultura, pastagens e extrativismo vegetal, é relevante realizar estudos que possam conhecer as características do meio físico dos municípios ou outros recortes de pesquisas, pois o legislador, conhecendo a área, pode adotar medidas de uso adequado, bem como acompanhar as modificações na paisagem natural.

O uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), associado aos produtos obtidos por sensores remotos, proporciona a aquisição de uma visão real e atualizada de como ocorreu e ocorrem as mudanças na paisagem natural, a exemplo do desmatamento, e a velocidade destas mudanças, com alta precisão e baixos custos. A utilização do SIG permite ainda, que sejam elaborados diferentes cenários de desenvolvimento, simulando a evolução do uso da terra e cobertura vegetal. Desta forma, é indispensável o uso desta técnica para a elaboração de pesquisas relacionadas ao tema de desmatamento.

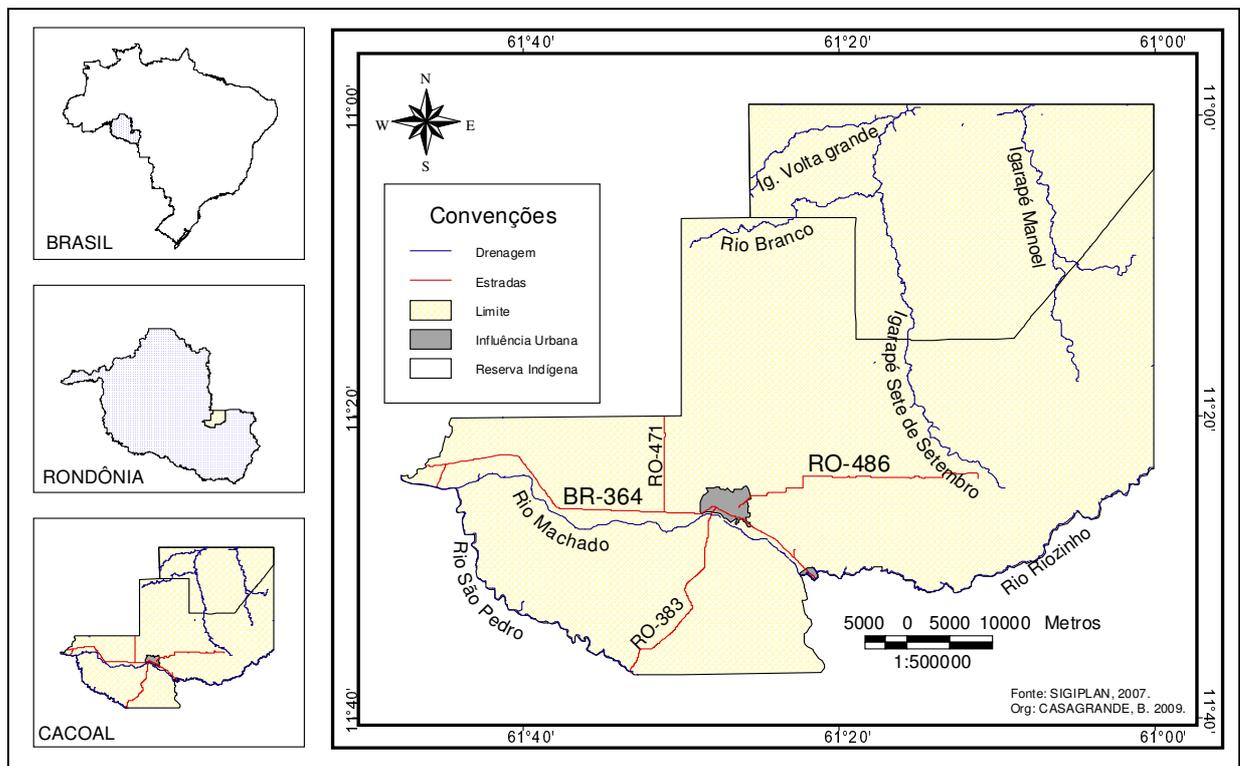
Considerando a dinâmica do processo de colonização e a ocupação da terra nos municípios da região amazônica, observa-se que as transformações da paisagem tornam-se cada dia mais intensas e com uma velocidade cada vez maior. O modelo de ocupação e transformação do espaço pode causar graves problemas ambientais, advindos principalmente do desmatamento de áreas para uso agropecuário.

Ao coletar os dados e as informações atualizadas e precisas, é possível confeccionar mapas temáticos correspondentes a este processo, visto que, somente com um acompanhamento das mudanças ocorridas ao longo do tempo, é que se tornará possível uma análise dos efeitos das atividades humanas sobre a dinâmica e organização do espaço e as mudanças da paisagem decorrentes do desmatamento. Na concepção da análise desses efeitos,

surge a necessidade do uso de métodos e técnicas capazes de compreensão dos padrões de organização deste espaço e as conseqüências do processo de colonização para a região.

1.1 - Localização

O município de Cacoal é uma área de expansão de fronteira, que foi e está sendo ocupada desordenadamente através da agricultura, pecuária e extrativismo vegetal. Este fato promove velocidade e dimensões ao desmatamento, o que interfere no ecossistema local podendo causar graves problemas ambientais.



Mapa 1: Localização do município de Cacoal/RO

O município de Cacoal está inserido no Estado de Rondônia e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 11° 00' - 11° 40' de latitude sul e 61° 00' a 61° 50" de longitude Oeste de Greenwich. O mesmo faz, ao norte, fronteira com o município de Aripuanã - MT, a leste/nordeste, com o município de Espigão D' oeste - RO, a oeste, com os municípios de Ministro Andreaza - RO e Presidente Médice - RO, ao sul, com os municípios de

Castanheiras – RO e Rolim de Moura - RO e, por fim, ao leste/sudeste, com o município de Pimenta Bueno – RO (Mapa 1). Cacoal apresenta altitude aproximada de 200 metros, com uma área de 389300 hectares e dista 475 km da capital Porto Velho. Sua população estimada em 2002 era de 75.988 habitantes (IBGE, 2004).

1.2 - Histórico

O governo brasileiro implantou projetos de integração nacional, no fim dos anos de 1960 e início da década de 1970. O planejamento das ações do país era todo realizado pelo Estado, sendo que a condução deste processo desdobrava-se em múltiplos planos setoriais e regionais de desenvolvimento.

A dinamização do setor industrial, induzida pelo Estado, conduziu a economia nacional a um novo ciclo de expansão, que se revela através de dois períodos distintos. O primeiro ciclo inicia-se no final dos anos de 1960, sendo representado pelo crescimento de investimentos na indústria de bens de capital e, que se estende até meados dos anos de 1970, quando ocorre o choque do petróleo, fase esta conhecida como “milagre brasileiro”. O segundo ciclo, que vai até o final da década de 1970, é representado pela consolidação da indústria mecânica de bens de capital e a de insumos como energia, química e metais não-ferrosos, principalmente alumínio (PERDIGÃO; BASEGIO, 1992; BRASIL JR, 2003)

Nesse contexto, foram objeto de atenção especial pelo Estado, tanto as obras de infra-estrutura viária, integrando o Centro-Oeste e a Amazônia ao centro hegemônico do capital nacional, como a tomada de decisões estratégicas, muitas delas corporificadas no I e II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), na forma de políticas de incentivo à ocupação de terras e de estímulos ao desenvolvimento regional, via legislação de incentivos fiscais, além

da implementação de programas e projetos de desenvolvimento, especialmente formulados para essas regiões.

Até o final dos anos de 1960, a economia na região amazônica resumia-se praticamente à extração de borracha e de castanha-do-pará. Somente no final da década de 1960, a colonização se organizou conduzida pelo Estado e financiada pelo capital comercial. Para o capital comercial é mais importante construir as vias de acesso do que, propriamente, apropriar-se dos recursos naturais (LISBOA, 1989; GONÇALVES, 2001). Assim, a partir dos incentivos fiscais e investimentos pesados em infra-estrutura, ocorreu a ocupação do espaço na Amazônia brasileira.

No governo Médici foi lançado o primeiro Programa de Integração Nacional (PIN), decreto-Lei nº 1.106 de 16/6/1970. Dentro do PIN foi criado o I PND – Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, a partir do qual foram construídas as rodovias Transamazônica e Cuiabá Santarém (OLIVEIRA, 1983; ESCADA, 2003).

Como salientam Oliveira, (1983); Escada, (2003) este programa tinha como objetivo a promoção da colonização ao longo da Rodovia Transamazônica recém aberta, a distribuição de terras públicas e a concessão de incentivos fiscais a investimentos e investidores na região. O referido programa teve rebatimento, em Mato Grosso e Rondônia, através da construção da BR-364, entre Cuiabá e Porto Velho, e da BR-163, entre Cuiabá e Santarém, que permitiram a expansão de frentes agropecuárias no norte do Centro-Oeste, sendo seu lema “*integrar para não entregar*”.

Mas, como ressalta Passos (2000), o programa lançado pelo governo Médici não trouxe os resultados esperados e então, o governo lança em 1980, o II PND – Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. A integração da Amazônia ao restante do país agora se dava através do estabelecimento da colonização oficial e distribuição de terras pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA).

Esse segundo período de expansão, ocorrido nos anos de 1974 a 1979, corresponde a uma redução gradativa do ritmo de produção corrente industrial e, concomitantemente, a uma expansão planejada e estimulada pelo Estado do setor de bens de produção, especialmente insumos industriais (BECKER, 1997). Neste momento, são criados os pólos de desenvolvimento na região conhecidos como *Poloamazônia* (Pólos agropecuários e agrominerais na amazônia).

Dentre estes pólos estava o *Polonoroeste* (Programa Integrado de Desenvolvimento de Mato Grosso e Rondônia) visando o assentamento de pequenos produtores rurais advindos do sul e sudeste. O INCRA promove uma colonização social, como forma de não cometer os erros de outros projetos citados. Nesse período ocorrem os incentivos do governo federal com fornecimento de 75% do custo total de investimento, financiamento de rodovias e outras infra-estruturas. O lema neste momento era “terra sem homens para homens sem terra” (LISBOA, 1989; RIBEIRO, 1990). Os lotes dos assentamentos possuíam 100 hectares, com reservas em bloco, nas quais os 50% da floresta de cada lote deveriam ser preservados de acordo com o código florestal (OLIVEIRA 1983; LISBOA, 1989; RIBEIRO, 1990; BINSZTOK, 2003; ESCADA, 2003). Todavia, o governo queria ocupar a Amazônia, e ainda contava com um arsenal de trabalhadores sem terras no sul e sudeste do país que estavam dispostos a desbravar a floresta amazônica. Porém, não implantou fiscalização ambiental na região, facilitando a devastação das reservas em blocos e ainda Áreas de Preservação Permanente (APP).

No II PND ocorreu a reconstrução da rodovia BR 364, que liga Cuiabá a Porto Velho, rodovia esta que hoje é a principal via de entrada e saída de produtos das cidades dos Estados de Rondônia e Mato Grosso. A partir dos anos 1980, com o fim da pavimentação da rodovia Cuiabá – Porto Velho, a BR-364 iniciou um fluxo de migração em Rondônia sem

precedentes. Nesta década, o número de habitantes cresceu quase oito vezes, passando de 70 mil para cerca de 500 mil, entre as décadas de 1960 a 1980 (IBGE, 2002).

“O maior fluxo de imigração do país ocorreu em Rondônia, objeto de colonização, de exploração agropastoril, madeira e mineração (RIBEIRO, 1990, p. 189)” e ainda no que se refere à imigração e os impactos causados, Ribeiro (1990, p. 189) descreve:

A abertura da estrada de rodagem Marechal Rondon (BR 364), de 1500 Km, que liga Cuiabá a Porto Velho, financiada pelo banco Mundial, e a subsequente colonização dirigida, sob incentivo do governo federal, ocasionaram um processo de desmatamento em Rondônia que deve ter atingido, em 1987, 20,13% do total do Estado, ou seja, 243,044 Km². (RIBEIRO, 1990. p. 189).

A ocupação do Estado de Rondônia, e especificamente a ocupação de Cacoal, foi feita por pequenos agricultores vindos do Sul, principalmente do Paraná, e também do Espírito Santo, expulsos da sua região de origem pela expansão do latifúndio. Estes ocuparam as terras “sem homens”, que foram divididas pelo INCRA em lotes de 100 hectares, assim como descreve Becker (1997, p. 36).

Terminando o asfaltamento da BR-364, o programa de Desenvolvimento Integrado de Rondônia criou núcleos urbanos de apoio rural (Nuar), interiorizados. Cinco novos PA foram implantados, com as seguintes inovações: (a) tentativa de deslocamento de custos dos assentamentos para o governo estadual, que mantém os serviços no Nuar e as estradas; (b) tamanho dos lotes, reduzidos; (c) e a chamada ‘reserva em bloco ou em condomínio’, isto é, os 50% de mata que por lei devem ser reservados em cada lote foram reunidos, formando uma grande reserva fora dos lotes, o que facilitou a ocupação dos migrantes (BECKER, 1997. p. 36).

Para tanto, o POLONOROESTE não era somente de ordem econômica, mas também de caráter social. Para controlar a ocupação desta área e torná-la de caráter social e não tão somente de caráter econômico, o órgão governamental INCRA implantou um projeto, de modo que, a colonização fosse dirigida, contribuindo para a integração nacional (OLIVEIRA, 1983).

Dentre as metas a serem alcançadas pelo POLONOROESTE têm-se a reconstrução e pavimentação da BR 364, a construção e consolidação da malha de estradas secundárias e alimentadoras; a implantação e consolidação da Colonização e projetos de

Assentamento Dirigido (PAD); apoio às atividades agrícolas, agro-industriais e florestais, fornecimento de serviços sociais e infra-estrutura para comunidades de pequenos produtores; Proteção ambiental (com metas de preservação de 2 milhões de hectares em parques naturais), apoio às comunidades indígenas e apoio ao setor produtivo (agricultura familiar).

Esperava-se que com as medidas adotadas no POLONOROESTE fosse encontrado o fortalecimento da agricultura de alimentos, estruturando uma redistribuição fundiária com grande participação da pequena propriedade e com níveis de renda que viabilizassem sua reprodução; aumento de produtividade agrícola mediante utilização de técnicas conservacionistas; escoamento mais fácil e competitividade da produção. No entanto, as avaliações do POLONOROESTE constataram uma situação bastante diversa daquela esperada com a implementação de um projeto de desenvolvimento rural integrado para a região (PASSOS, 2000).

O asfaltamento da BR-364 facilitou o acesso, para Mato Grosso e Rondônia, de novos contingentes populacionais, oriundos de vários estados brasileiros, mas principalmente daqueles onde o processo de “modernização” da agricultura era mais intenso (São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais). O elevado número de migrantes superou muito as previsões oficiais e tornou ainda mais insuficientes os recursos disponíveis para assentamento e fixação dos produtores beneficiários do projeto. As cidades absorveram parte do excedente migratório e, no campo, observou-se o crescimento de conflitos pela posse da terra, invasão de áreas indígenas e reservas florestais (BECKER, 2004).

Becker (1997) lista, como principais conseqüências do processo de povoamento e ocupação em Rondônia, as condições precárias de infra-estrutura e de serviços públicos básicos, as altas taxas de desflorestamento, os impactos ambientais, falta de condições de armazenamento e transporte para o escoamento da produção e conflitos pela posse de terra.

O povoamento regional, ao longo deste processo, alterou o comportamento natural da floresta, dos rios, enfim, mudou a dinâmica comportamental natural da área. Isso ocorreu devido à apropriação do espaço através das técnicas de ocupação do campo, da urbanização e a industrialização (BECKER, 2004).

Sabendo das questões ambientais decorrentes da colonização dirigida do programa POLONOROESTE o Banco Mundial lança, em 1987, um programa que foi denominado de PLANAFLORO (Projeto Agropecuário e Florestal de Rondônia) que adota ações enfocando as questões ambientais. Um exemplo de resultado positivo, destaca o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Rondônia, na escala 1:1.000000, que propõe o planejamento de iniciativas públicas e privadas e preservação de ecossistemas (FERREIRA; ARAÚJO; MARQUES, 2006).

O PLANAFLORO procurava uma concepção de manejo dos recursos naturais para as condições amazônicas, de forma a reunir, harmonizar e aplicar conceitos produzidos pelas experiências nacionais e internacionais em termos de trópico úmido. De acordo com (FERREIRA; ARAÚJO; MARQUES, 2006), este pode ser concebido como um programa sucessor do Polonoroeste.

Uma de suas metas era contribuir para a superação dos problemas ambientais e sociais provocados pela ocupação desordenada, migrações, desmatamento e uso predatório dos recursos naturais, desrespeito aos direitos das populações tradicionais e indígenas e estimular o ordenamento da ocupação do espaço regional pela ótica de uma perspectiva ambientalmente sustentável, em acordo com o Zoneamento Socioeconômico Ecológico (Decreto Estadual n. 3.782, de 14 de junho de 1988, e ratificado pela Lei Complementar n. 052, de 20 de dezembro de 1991).

O desenvolvimento de alternativas tecnológicas de produção e de fontes de renda para os pequenos produtores rurais num processo de desenvolvimento sustentado é demorado

e exigente em investimentos. As atividades para alcançar os benefícios para agricultura familiar tinham como estratégia geral o aumento da adaptabilidade e da diversidade das formas de produção e de extrativismo. Nessa perspectiva, a área institucional do PLANAFLORO tentou garantir as condições básicas para a sustentabilidade dos empreendimentos promovidos (MENEZES, 1998). Entretanto, como as atividades para concretizar os objetivos e estabelecer essas condições foram insuficientes e descontínuas, a garantia de sustentabilidade ficou comprometida e, conseqüentemente, prejudicada.

Desta forma, o objetivo geral da presente pesquisa é realizar o levantamento e mapeamento do meio físico e avaliar os desmatamentos no município de Cacoal, Estado de Rondônia, utilizando técnicas de geoprocessamento. Este objetivo será alcançado através da elaboração e análise de mapas temáticos de bacias hidrográficas, hipsometria, declividade, geologia, solos, malha viária e mapas de uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 1986, 1999, 2005 e 2007, assim como a tabulação cruzada entre os dados destes mapeamentos elaborados.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - Bioma Amazônico

O bioma Amazônico cobre 40 % da América do sul e destes, 67% está no território brasileiro, com 4.196.943 km² de extensão (IBGE, 2004). Atinge os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e parte do Maranhão e Tocantins, com mais de vinte milhões de habitantes (Figura 1). Abrange ainda, a bacia hidrográfica de maior dimensão do mundo com mais de 20% do volume de água doce mundial (BUCHILLET, RICARDO, AZEVEDO, 2006).



Figura 1: Representação dos biomas brasileiros

Fonte: PROBIO, 2008.

Os processos geológicos ocorridos na região de floresta amazônica são marcados por estruturas, seqüências sedimentares, padrões de rede de drenagem e sistemas de relevo, cujas características estão sendo estudadas. Os processos de morfogênese e sedimentação ativos até hoje, relacionados com a incidência da Neotectônica, cujo regime tectônico é do tipo transcorrente, são reconhecidos do Mioceno/Plioceno e do Pleistoceno Superior/Recente, entre 25 mil e 1,8 milhão de anos atrás. Com o choque entre as placas tectônicas, formou-se a cordilheira dos Andes e, assim, os rios da bacia amazônica começaram a escavar os seus leitos em direção ao oceano atlântico, dando origem às formações de planaltos, planícies e depressões (COSTA, et al,1993).

Branco (1995, p. 40) retrata em seu livro que a floresta amazônica:

[...] Na verdade, trata-se de uma densa floresta tropical úmida, constituída de diferentes estratos arbóreos, isto é, árvores de diferentes alturas formando como que distintas camadas sobrepostas, cada qual adaptada a diferentes condições ambientais, sobretudo quanto a luminosidade. Sendo essas copas muito densas e entrelaçadas, a penetração dos raios solares através delas é muito precária e limitada, dificultando o desenvolvimento de plantas rasteiras ou mesmo arbustos que não poderiam dispensar a presença da luz para a realização da fotossíntese (BRANCO, 1995, p. 40).

Para tanto, a floresta amazônica, ao contrário do que se pensa, não é uma paisagem homogênea, pois possui diversos tipos de características ecossistêmicas. As terras baixas florestadas da Amazônia constituem um domínio de paisagens naturais de tipo eminente zonal (AB'SABER, 2004). A combinação de fatos fisiográficos e a presença de terras baixas originam as fitofisionomias de terra firme, várzea e igapós.

Terra Firme

A fitofisionomia terra firme é a característica da floresta do município de Cacoal, que ocupa as áreas de planícies recentes, originadas da sedimentação da bacia amazônica no período terciário. Sua característica principal é que ela nunca inunda mesmo com as grandes quantidades de chuvas e está a uma altitude de 130 a 300 metros, em áreas de escarpas

montanhosas. É um tipo fisionômico de solos pobres em nutrientes, porém, as árvores de porte alto e biomassa elevada são capazes de abastecer com nitratos através de bactérias fixadoras de nitrogênio, que estão ligadas às suas raízes. Além disso, uma grande variedade de fungos também simbiotes das raízes, chamados micorrizas, recicla rapidamente o material orgânico antes mesmo, de este ser lixiviado. As árvores são de grande porte com dossel interligado, isto é, uma compacta e permanente cobertura formada pelas copas das árvores. No geral, possuem de 140 a 280 espécies arbóreas por hectare. As florestas de terra firme dividem-se em florestas densas e florestas abertas (IBGE, 1992; BRANCO, 1995).

Várzea

A fitofisionomia de várzea é do tipo que pode ser encontrada ao norte do Estado de Rondônia, porém, no município da área de pesquisa não há este tipo de fisionomia, que é caracterizada por áreas que são inundadas periodicamente pelas águas dos grandes rios como o Solimões, Amazonas e Madeira. Estas águas, provenientes de enchentes, com áreas de solo aluvional muito fértil (BRANCO, 1995). As larguras das várzeas variam de algumas centenas de metros passando por larguras médias de 50 km até 200 km (DIEGUES, 2002).

Na floresta de várzea encontram-se os igarapés que se caracterizam por pequenos rios que cruzam as florestas de Várzea (“igara” significa embarcação escavada no tronco e “pé” significa caminho). Para melhor explicar o nome, este significa curso de água estreito, de pouca profundidade, em grandes números entrelaçados nas várzeas. Ali se desenvolvem árvores enormes, que chegam a atingir 40 m de altura (IBGE, 1992).

Igapó

O tipo de floresta chamado de Igapó é um tipo de vegetação que não se encontra no Estado de Rondônia e é caracterizado, como retrata Branco (1995), por permanecer o tempo inteiro inundado por águas claras de rios que descem do Planalto Central em direção norte. Situa-se em terrenos baixos e próximos de igarapés que são constantemente inundados. Sua vegetação atinge até 20 metros de altura, mas a maioria das árvores tem entre 4 e 5 metros. Apresentam também as plantas hidrófilas com espécies comuns como a vitória-régia, as orquídeas, as bromélias entre outras (BRANCO, 1995). Tanto os rios de águas claras, como os rios de águas negras, são pobres em minerais e nutrientes. Portanto, as árvores possuem grande resistência às inundações prolongadas e sobrevivem vários anos, imersas permanentemente.

2.2 - Desmatamento na Amazônia

O desmatamento é causado pela atividade humana sobre a natureza, para a obtenção de áreas de plantio de culturas agrícolas e pastagens e, ainda, para extração de madeira (MIRANDA, 2006). Na região da Amazônia Legal, as derrubadas têm sido muito utilizadas pelos colonos e ali instaladas para manejo da terra, como retrata Passos, 1998; Brasil JR, 2003; Pereira et al, 2004, ao dizerem que a prática das derrubadas na região da Amazônia Legal é realizada para a extração de madeira e, posterior queimada para a implantação de áreas de pastagens e culturas anuais.

Desde quando se iniciou a colonização da Amazônia no século XX, percebem-se as migrações de famílias do sul e sudeste para o norte, impulsionadas pela abertura de grandes eixos rodoviários e por grandes projetos públicos e privados de colonização, o que levou a

região norte a ser sistematicamente desmatada (BECKER 2004). Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2005), em pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que utiliza de imagens de satélite para detectar as áreas desmatadas na Amazônia, as taxas de desmatamento têm aumentado sistematicamente desde a década de 1970, mas a situação se agravou nos anos de 1990 com a estabilização da moeda brasileira (Quadro 1).

Ano	Área (ha)
1994	14.896
1995	29.059
1996	18.161
1997	13.277
1998	17.383
1999	17.259
2000	18.226
2001	18.165
2002	23.266
2003	24.000
Total	193.692

Quadro 1- Desmatamento em Rondônia de 1994 a 2003.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2005.

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

De acordo com Brasil Jr (2003), o Estado de Rondônia sofreu forte desmatamento nos anos de 1980 ao longo da BR-364. Neste período, o governo fomentava a colonização com dinheiro externo, mas o retorno econômico não foi satisfatório e, os colonos, abandonados. Desta forma, após os anos de 1990, com a estabilização da moeda brasileira, é que os colonos voltaram a desmatar com intensidade novamente.

Para tanto, o desmatamento na região passou a ser um problema público. E, mesmo o governo implantando ações de prevenção e fiscalização no desmatamento, esbarrou em falta de recursos financeiros, metodologias e mão-de-obra qualificada para tal serviço.

O desmatamento da floresta na região amazônica está relacionado diretamente com os grandes projetos de infraestrutura implantados pelo governo federal. Ao relacionar a implantação dos grandes projetos com as obras de infraestrutura, Brasil Jr. (2003) diz que:

Existe uma relação direta entre a implantação de obras de infra-estrutura e a degradação dos recursos naturais, especialmente quando os investimentos ocorrem sem medidas prévias de ordenamento territorial e em áreas nas quais predominam ecossistemas frágeis. Tal situação se tornou uma regra no que tange aos investimentos em infra-estrutura na Amazônia. A abertura e/ou pavimentação de rodovias em áreas isoladas de floresta têm sido os principais vetores do desflorestamento naquela região. Ao facilitar o acesso e, portanto, aumentar a oferta de terras baratas em áreas de floresta, as estradas expandem a fronteira de degradação e contribuem para intensificar a disputa pela terra e os conflitos em torno do uso dos recursos naturais. Estima-se que, entre 1978 e 1994, cerca de 75% do desflorestamento na Amazônia ocorreu dentro de uma faixa de 50 km de cada lado das rodovias pavimentadas da região (BRASIL JR, 2003. p127).

De acordo com Brasil Jr (2003), o desmatamento na região amazônica é dividido em três tipos. O primeiro (tipo 1), o mais comum na região amazônica, é o desmatamento ao longo dos eixos rodoviários, que ocorre da transformação das áreas de florestas nativas das bordas de rodovias pavimentadas ou não. As rodovias são os caminhos de escoamento da produção das fazendas e também de pessoas. O segundo tipo (tipo 2) é o radial polarizado. O povoamento e, por conseqüência, o desmatamento, cresce radialmente a partir de um pólo local, que pode ser uma cidade, uma sede de projeto ou um porto. Um sistema de estradas vicinais é formado de maneira a estabelecer uma acessibilidade radial das fazendas ao pólo. O sistema viário deste tipo é um sistema precário mantido pelas autoridades políticas do local. O terceiro tipo (tipo 3) é o tipo pulverizado, com estrutura de transporte precária. Porém, o desmatamento de áreas é relativamente isolado e induzido por políticas ou atividades locais, sendo um exemplo, a implantação de assentamento de reforma agrária.

Em análises das quantidades de desmatamento na Amazônia, Alves (2002) descreveu que os desmatamentos variam de região para região. Nos Estados do Pará e do Mato Grosso, as propriedades com 100 e 200 hectares contribuem com 50% do desmatamento da região enquanto que, em Rondônia, as propriedades com mais de 50 hectares contribuem

com 70% do desmatamento, e na transamazônica, as propriedades com 50 hectares contribuem com 62% do desmatamento de toda a região (ALVES, 2002)

Na mesma perspectiva, Fearnside (2006) diz que o desmatamento na Amazônia tem aumentado desde o ano de 1991, e variou de acordo com a situação econômica do país, pois no ano de 1995 com a estabilização da moeda, é que se teve o pico de desmatamento. No ano de 2005 ocorreu uma ligeira queda, o pico e a queda ocorreram nos períodos que as taxas de cambio ficaram favoráveis e desfavoráveis, respectivamente, para a exportação. No entanto, para o INPE, a taxa média de desflorestamento tem sofrido alterações desde 1978. No período de 1978 a 1988 a taxa média do desflorestamento foi de 21.130 km²/ano. Posteriormente, decresceu de forma sustentada até 11.130 km²/ano em 1991. De 1991 a 1995 voltou a aumentar, atingindo o valor máximo de 29.059 km²/ano. Em seguida, voltou a decrescer até 1997, com 13.227 km²/ano, aumentando posteriormente até 18.226 km²/ano em 2000 (INPE, 2002).

De acordo com (WIESS, 2003 p138-139) o desmatamento é:

(...um círculo vicioso de pressão especulativa e pecuária, pressão e ocupação camponesa, delimitação e regularização de áreas e implantação dos assentamentos. Além dos conflitos intergovernamentais, segundo cada estado, existem conflitos entre pecuarista/governos/grupos indígenas, e entre pecuarista/pequenos agricultores... (WIESS, 2003 p138-139).

Dentro de um contexto abrangente das causas do desmatamento, Wiess (2003) destaca que não existe uma única causa para o desmatamento da floresta amazônica. Segundo ele, é um processo complexo nas quais todos os atores têm seus papéis.

2.3 - Geotecnologias

A utilização dos recursos oferecidos por geotecnologias existentes permite estudar as transformações que ocorreram e ocorrem em determinado local. Para este estudo, é necessária a aquisição de informações da área que desejada estudar, pois estas informações

possibilitam visualizar o conjunto de forma rápida e representativa das maneiras como o espaço está sendo ocupado e alterado pelo homem, avaliando e realizando uma quantificação e espacialização dos dados, que poderá levar a aplicação de políticas públicas de ocupação e uso da terra adequadamente.

Para a quantificação e espacialização de dados é necessária a coleta e manipulação dos mesmos, que pode ser feita a partir das ferramentas do geoprocessamento, com equipamentos de alta capacidade, programas especializados e recursos financeiros, exigindo também, pessoas capacitadas para trabalhar com as informações obtidas. Possuindo os aparatos técnicos e os dados necessários, é possível executar as diferentes fases do serviço como: cruzamento, análise, espacialização e georreferenciamento de dados.

O geoprocessamento, para Rocha, (2002) é definido como:

Uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados. (ROCHA, 2002, p. 210).

De acordo com (CÂMARA; MEDEIROS, 1998), o geoprocessamento é a disciplina que estuda informações geográficas utilizando técnicas matemáticas. O geoprocessamento vem sendo utilizado para análise de recursos naturais, transportes, comunicações e planejamento. E, ainda, autores avaliam que o geoprocessamento tem objetivo de fornecer ferramentas computacionais para analisar diferentes temas buscando definir a evolução temporal, espacial e as relações de diversos dados espaciais.

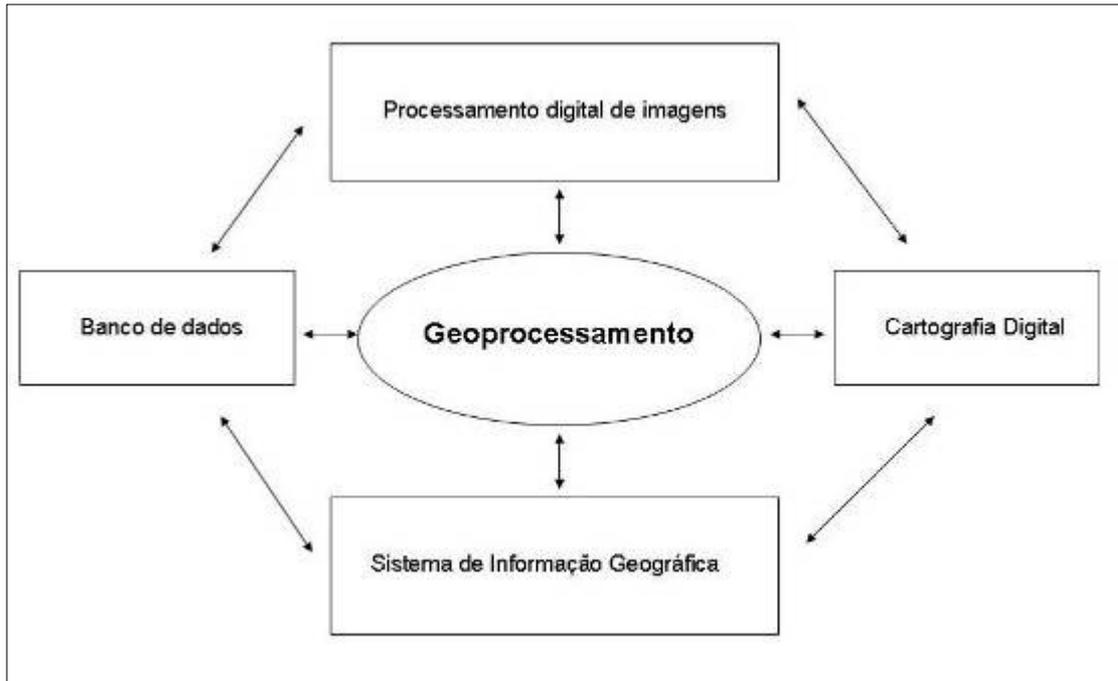


Figura 2: Arquitetura do ambiente de Geoprocessamento

Fonte: Rosa ; Brito, 1996.

Org. CASAGRANDE, B., 2008.

Para Rosa (2005), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, processamento, análise, modelagem, simulação e apresentação informações geográficas georreferenciadas. Dentre as tecnologias de geoprocessamento de dados geográficos georreferenciados, tem-se o Sistema de Informação Geográfica, a cartografia digital, o banco de dados e o sensoriamento remoto (Figura 2), entre outros.

2.4 - Sistema de Informação Geográfica

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) teve sua origem na Cartografia Assistida por Computador (CAD). Porém, são programas diferentes, porque o SIG necessariamente trabalha com dados e informações georreferenciados e o CAD serve para produzir desenhos digitais.

O Sistema de Informação Geográfica, para Brito; Rosa (1996) é uma tecnologia utilizada para coleta, checagem, armazenamento, integração, manipulação, análise, tratamento e apresentação de dados espaciais, assim como o desenvolvimento de técnicas para trabalhar determinado tipo de dado e aplicá-lo. O SIG pode propiciar maior qualidade e credibilidade a uma pesquisa e ainda promover rapidez e agilidade.

De acordo com Sano; Assad (1998), a arquitetura de um conjunto de geotecnologias é composta por entrada e integração de dados, consulta e análise espacial, visualização e plotagem com interface e gerência dos dados espaciais. (Figura 3).

O Sistema de Informação Geográfica facilita a manipulação e geração de novos dados e constitui ferramenta importante para qualquer pesquisa, mas para o seu bom desempenho, é necessário ter o domínio das técnicas cartográficas, e estar capacitado a entender os possíveis erros que surgirem nos dados, em relação às informações espaciais.

No Sistema de Informação Geográfica, os dados são divididos em gráficos e não gráficos, formados por pontos, linhas e polígonos, os quais são associados aos atributos que caracterizam as feições e os pontos, linhas e polígonos que representam. Estes, se referem a atributos alfanuméricos ou descritivos.

Os dados espaciais são apresentados no formato raster e vetorial. Os dados, no formato raster, são formados por matriz de células, onde cada célula tem dimensões e limites precisos, sendo que as células podem apresentar outras formas geométricas, à medida que estejam interconectadas para criar uma superfície plana de representação do espaço (ROCHA, 2002). Os pixels são endereçáveis pelo sistema de coordenadas: (linhas e colunas), (x, y) e (latitude e longitude), associados a valores que vão de 0 – 255, os quais são utilizados para definir uma cor para apresentação na tela ou para impressão.

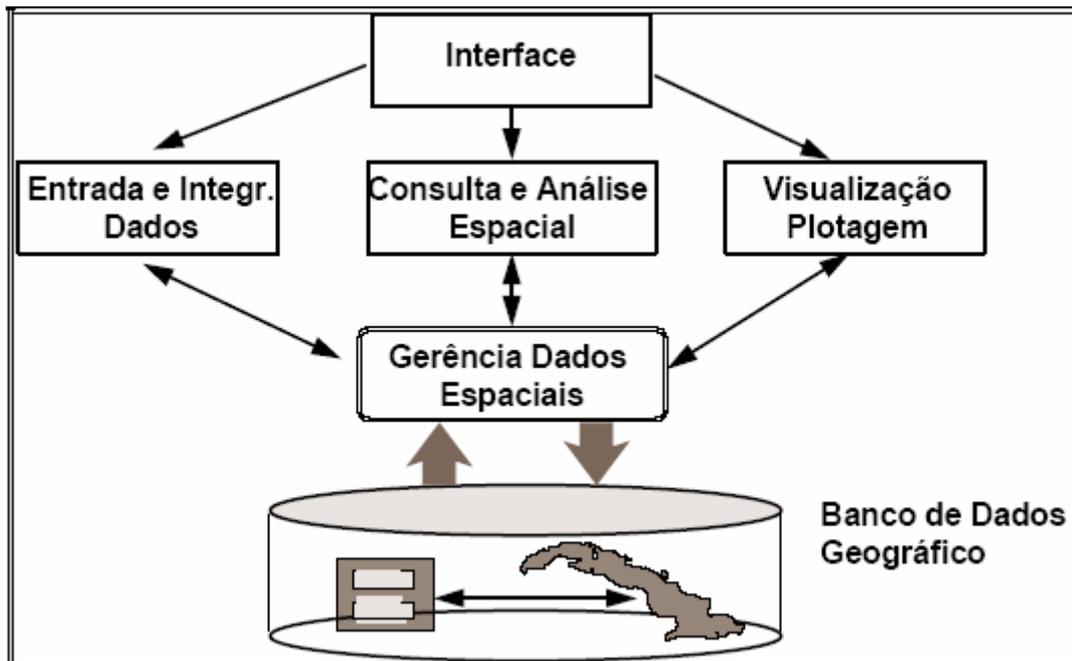


Figura 3: Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.
 Fonte: CÂMARA et. al, 2004.

Os dados vetoriais se baseiam em um espaço contínuo e os limites ou feições são definidos por uma série de pontos que, quando unidos com linhas retas, formam a representação gráfica da feição. Os pontos são codificados com um par de coordenadas X e Y nos sistemas de coordenadas planas ou geográficas. Os atributos das feições são, então, armazenados em um banco de dados do programa. O modelo vetorial facilita a visualização dos fenômenos geográficos porque delimita com maior nitidez a ocorrência dos elementos do espaço.

Mas, os dados dispostos no SIG podem apresentar erros que, segundo Brito e Rosa (1996), são os erros comuns, erros de variações naturais e medidas originais e erros de processamento. Os erros comuns estão associados ao controle do usuário, são facilmente checados e estão ligados a idade dos dados, escala, relevância, formato, acessibilidade e custos. Os erros de variações naturais e medidas originais estão relacionados à quantidade de informação e acurácia destas informações, são erros encontrados no momento da realização das tarefas. Já os erros de processamento são ocasionados no momento da entrada, acesso e

manipulação dos dados, principalmente devido às técnicas usadas e são erros raramente descobertos.

2.5 - Sensoriamento Remoto

Com o passar dos tempos surgiu cada vez mais a necessidade de conhecer o planeta. Nos anos de 1950, pela primeira vez na história humana, foi lançado um objeto não tripulado ao espaço para obter informações da terra e, nos anos de 1960, começou-se a enviar para o espaço naves tripuladas. Este fato motivou o surgimento de tecnologias de sensores (sensoriamento remoto) para obter informações da superfície terrestre (ROSA, 2005).

O sensoriamento remoto é uma técnica utilizada desde o final da década de 1850, período da descoberta da fotografia, no entanto, somente nos anos de 1970 que se começou a utilizar a nomenclatura de “sensoriamento remoto”. Durante a primeira guerra mundial, foram muito utilizadas as técnicas de captação de fotografias aéreas para conhecimento do território inimigo (MOREIRA, 2003; ROSA, 2005).

Em 1972, os Estados Unidos da América lançou o primeiro satélite de sensoriamento remoto com finalidade civil. Este satélite tinha a função de obter informações da superfície terrestre de forma que se pudesse estudar o comportamento das mudanças da mesma. No Brasil, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e, já nos anos de 1960, o Brasil lançou o projeto governamental RADAMBRASIL, que elaborou uma caracterização física do país em escala de 1:250000 e apresentação de produtos em escala de 1:1000000. E nos anos 2000 o Brasil juntamente com a china enviou para o espaço o satélite CBERS, que produz imagens com boa resolução espacial em intervalos de tempo satisfatórios (INPE, 2002).

O sensoriamento remoto é definido por Rosa (2005) como sendo a forma de extrair dados de uma determinada área sem que haja contato físico com a mesma. Os dados

são coletados utilizando a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o sol e a terra, ou ainda por fontes artificiais como, por exemplo, o radar.

Novo (1998) considera que, o sensoriamento remoto é a utilização de sensores, equipamentos de processamento e transmissão de dados para estudar a superfície terrestre, através do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e a matéria. O sensoriamento remoto pode fornecer dados com rapidez e precisão e com baixos custos em grandes áreas como é o caso da floresta amazônica (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A radiação eletromagnética é representada por um espectro eletromagnético que é subdividido em faixas dependendo das características dos processos que geram ou detectam a imagem (Figura 4).

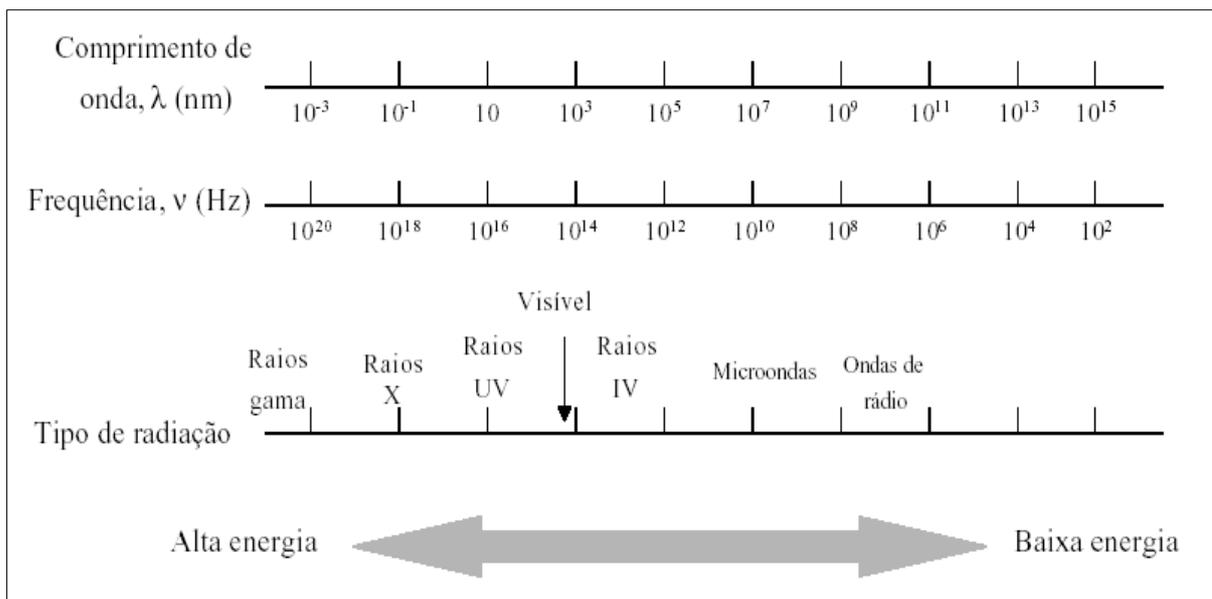


Figura 4: Espectro eletromagnético

Fonte: UFRGS, 2008.

As faixas espectrais mais utilizadas em sensoriamento remoto, segundo Rosa (2005), são o espectro fotográfico ($0,3 - 0,9 \mu\text{m}$), espectro refletido ($0,3 - 4,0 \mu\text{m}$), espectro emissivo ($> 4,0 \mu\text{m}$) e espectro infravermelho termal ($8,0 - 14,0 \mu\text{m}$). A faixa do visível apresenta comprimento de onda entre $0,4 - 0,72 \mu\text{m}$, detectável pelo olho humano.

A radiação eletromagnética, dentro de determinados intervalos das faixas do espectro eletromagnético, pode ser captada, registrada e gerar uma forma do objeto pelo sistema sensor, que poderá ser interpretada pelo usuário. Um sistema sensor é constituído basicamente, por um coletor, uma antena e um sistema de registro (MOREIRA, 2003).

Desde os anos de 1970, quando teve o início do uso de satélites para estudos dos recursos naturais da terra, foram lançados vários satélites de tecnologia norte americana, européia e até nacional, destacando-se entre eles o LANDSAT, SPOT, CBERS, QUICK BIRD, TERRA e AQUA. O satélite abordado, adiante, é o LANDSAT, devido ao fato que as imagens utilizadas para esta pesquisa foram adquiridas a partir do mesmo.

O satélite LANDSAT é equipado com sistema sensores RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS (*Multispectral Scanner Systema*), TM (*Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), produto este desenvolvido pela NASA. O ERTS – LANDSAT 1 foi o primeiro a ser lançado, em 1972, e depois foram lançados outros seis satélites com inovações em seus sistemas sensores. O Landsat 2 foi lançado em 1975, o Landsat 3 em 1978, Landsat 4 em 1982, Landsat 5 em 1984, Landsat 6 em 1993 e o Landsat 7 em 1999 (MOREIRA, 2003).

O Landsat 1, 2 e 3 eram equipados com os sistemas sensores MSS (Quadro 2) e RBV que atua nas bandas quatro, cinco, seis, sete e oito (Quadro 3).

Bandas	Resolução espectral (μm)	Resolução espacial (m)	Área imageada (km)
4	0,5 - 0,6	79x79	0 - 63
5	0,6 - 0,7	79x79	0 - 63
6	0,7 - 0,8	79x79	0 - 63
7	0,8 - 1,1	79x79	0 - 63
8	10,2 - 12,6	79x79	0 - 31

Quadro 2 - Características do sistema sensor MSS (Multispectral Scanner Systema)
Org: CASAGRANDE, B. 2009.

Satélite	Resolução espacial (μm)	Resolução espacial (m)	Área imageada (km)
Landsat 1 e 2	0,475 - 0,575	80x80	185 x 185
	0,580 - 0,680	80x80	
	0,690 - 0,830	80x80	
Landsat 3	0,505 - 0,750	40x40	98 x 98

Quadro 3 - Características do sistema sensor RBV (return Beam Vidicon)

Org: CASAGRANDE, B. 2009.

Já nos satélites Landsat 4 e 5 o sistema sensor RBV foi substituído pelo sistema sensor TM que atua com sete bandas espectrais (Quadro 4), porém o sistema sensor MSS ainda foi mantido com quatro bandas espectrais.

Bandas	Resolução espectral (μm)	Resolução espacial (m)	Área imageada (km)
1	0,45 - 0,52 (B)	30x30	185 x 185
2	0,52 - 0,60 (G)	30x30	
3	0,63 - 0,69 (R)	30x30	
4	0,76 - 0,90 (IR)	30x30	
5	1,55 - 1,75 (IR)	30x30	
6	10,40 - 12,50 (IR)	120x120	
7	2,08 - 2,35 (IR)	30x30	

Quadro 4 - Características do sistema sensor TM (*Thematic Mapper*)

Org: CASAGRANDE, B. 2009.

Os satélites Landsat 6 e 7 foram lançados com outra inovação, tinham a bordo o sensor ETM+ com oito bandas espectrais. Os dados digitais são transmitidos em tempo real via satélite, a sua resolução espacial é de 30 metros nas seis bandas do visível e do infravermelho, 60 metros na banda do termal e 15 metros na banda pancromática (Quadro 5).

Bandas	Resolução espectral (μm)	Resolução espacial (m)	Área Imageada (km)
1	0,45 - 0,52 (B)	30x30	185 x 185
2	0,52 - 0,60 (G)	30x30	
3	0,63 - 0,69 (R)	30x30	
4	0,75 - 0,90 (IR)	30x30	
5	1,55 - 1,75 (IR)	30x30	
6	10,40 - 12,50 (IR)	60x60	
7	2,09 - 2,35 (IR)	30x30	
PAN	0,52 - 0,90	15x15	

Quadro 5 - Características do sistema sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*)

Org: CASAGRANDE, B. 2008.

Os dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) que foram utilizados neste trabalho são uma amostra dos resultados das tecnologias existentes para desenvolver trabalhos

referentes a diagnósticos e planejamento de regiões. O SRTM é um projeto liderado pela NASA com parceria da Alemanha e da Itália. Os dados foram gerados nas bandas C e X, fazendo uso da técnica de interferometria em uma resolução espacial de 90 x 90 Metros, apropriado a ortorretificação para mapas de escala de 1:50 000 ou 1:100 000 e resguarda boa semelhança com a forma do relevo indicado nas curvas de nível das cartas topográficas.

Vários trabalhos foram produzidos por instituições de pesquisa e acadêmicas relacionadas a mapas temáticos de solos, geologia, relevo, cobertura vegetal e uso da terra em diferentes níveis, em bacias hidrográficas e municípios utilizando técnicas de geoprocessamento. Estes trabalhos possibilitaram a análise, mensuração e tabulação de dados das áreas de estudo, mostrando a importância das novas tecnologias para diagnósticos e planejamento das localidades.

2.6 - Levantamento do meio físico

O levantamento do meio físico é um instrumento de ordenamento do território, que relaciona o crescimento e desenvolvimento de um local, assegurando, em longo prazo, um convívio estável entre a natureza e o ser humano. Resulta de uma relação dinâmica entre os fatores pedológicos, climáticos, geomorfológicos e de vegetação.

Os estudos da ecodinâmica de Tricart, (1977) foram fundamentais para definir os limites que o meio ambiente oferece ao uso e ocupação. A dinâmica das forças que compõem a paisagem é essencial para avaliação dos riscos de degradação que uma determinada atividade ou utilização das terras pode ocasionar.

O bom funcionamento administrativo de uma área exige um planejamento, e este planejamento, por sua vez, requer um levantamento do meio físico, ou seja, que se conheça as características de um determinado meio, com seus possíveis problemas, sociais, econômicos e

ambientais. De acordo com a FAO (1993), em cada nível de problema encontrado no levantamento do meio físico, o planejador tem um enfoque para trabalhar e que exige uma determinada escala. No caso do uso da terra, é imprescindível que o planejador tenha em mãos o levantamento em escala detalhada para o bom desenvolvimento do trabalho.

No ambiente natural, os dados estão dispersos, sendo necessário que esses dados sejam apresentados em uma forma compreensível, fato esse que leva ao processo de levantamento detalhado dos dados de componentes relevantes do ambiente natural. Para planejar, o planejador precisa que as informações estejam em forma analisáveis que permitam a compreensão das relações e implicações existentes entre os componentes. Complementarmente, deve ser empregado um conjunto de técnicas que facilitam esta análise para apoiar os processos de previsão que serão demandados no decorrer do trabalho.

O levantamento do meio físico pode compreender um município, uma bacia hidrográfica ou uma comunidade. Busca cooptar os dados relativos à área para gerar resultados de mapeamento do clima, uso da terra, de bacias hidrográficas, de hipsometria, de declividade e solos. Para o planejamento do uso da terra nestes diferentes aspectos, são necessárias informações em diferentes escalas e níveis de generalização. A partir do levantamento realizado, aliado a técnicas de manipulação dos dados, pode-se orientar estrategicamente a elaboração de uma base para a coordenação e atuação do desenvolvimento sustentável, para a publicação das características da área e para definir instrumentos de ação (VALÉRIO; SANTOS, 1997).

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da presente pesquisa foi relevante a utilização de materiais e técnicas computacionais modernas e eficientes disponíveis. Foi importante também a elaboração do levantamento bibliográfico para o aprimoramento dos conceitos utilizados, fator fundamental para alcançar o resultado final da pesquisa.

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram basicamente: documentos cartográficos, imagens de satélites, equipamentos e *softwares* para o geoprocessamento.

3.1 Materiais

a) Documentos Cartográficos

Cartas topográficas de Cacoal (SC-20-Z-D) e Presidente Médice (SC-20-Z-C) elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:250.000. Mapas geomorfológico e pedológico elaborados pelo Projeto RadamBrasil, Ministério das Minas e Energia – Folha SC-20, de Porto Velho (1978), na escala de 1:1.000.000

b) Imagens de satélite

Imagens de 15 de julho do ano de 1986, Satélite LANDSAT 5, sensor TM, órbita/ponto 230/68 e 231/68, datum SAD 69, sistema de coordenadas geográficas (lat/long) e bandas 3, 4 e 5. Imagens dos anos de 1999, 2005 e 2007, nas respectivas datas de 4 de agosto, 10 de julho e 15 de junho, satélite LANDSAT 7, sensor ETM+, órbita/ponto 230/68 e 231/68, datum SAD 69, sistema de coordenadas geográficas (lat/long) e bandas 3, 4 e 5.

c) Equipamentos

- Mesa digitalizadora Digigraf Van Gogh A1;
- Câmera fotográfica Sony F-160;
- GPS de navegação Garmin;
- Notebook AMD Sempron, 2 GB RAM, HD 120GB, Monitor 14", DVD e mouse.

d) Softwares de geoprocessamento

Além dos produtos básicos oferecidos pelo Windows, foram utilizados programas ligados ao processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica, entre eles, o ENVI, IDRISI, CARTALINX e ARCVIEW.

Envi

O ENVI (*Environment for Visualizing Images*) é um sistema projetado para promover análises multiespectrais de dados de satélites, que possibilitem trabalhar com arquivos de imagens inteiras, bandas individuais ou em conjunto. Este programa possui ainda, ferramentas para extração do espectro, uso de bibliotecas espectrais e análise de dados de imagens hiperespectrais. Foi desenvolvido a partir da linguagem IDL (Interactive Data Language), de quarta geração, o que lhe possibilita ser processado em equipamentos menos potentes. Este programa pode trabalhar com dados obtidos desde os sensores mais antigos aos mais recentes, e permite realizar inúmeras técnicas de processamento de imagens como: realce, correção, mosaico, classificação, etc., permitindo ainda a visualização e conversão de imagens para formato TIF.

Idrisi

O IDRISI é um software de geoprocessamento, utilizado para processamento de imagens, dentre outras funções. Este programa foi desenvolvido pela *Graduate School of Geography da Clark University, Massashussets, USA*, baseado no formato raster de representação de dados. O IDRISI reúne ferramentas em diversas áreas do geoprocessamento, o que possibilita fazer consultas a banco de dados, modelagem espacial, realce, correção e classificação de imagens. Este software utiliza banco de dados externo com interface para Dbase e Acces, o que permite exportar os dados para outros softwares de geoprocessamento. Os arquivos gerados pelo IDRISI são, entre outros, os seguintes: RST, RDC, VCT e VDC (EASTMAM, 1998).

Cartalinx

O CARTALINX é um software destinado à construção da base de dados espaciais, desenvolvido pela *Graduate School of Geography da Clark University*. Este software é constituído por cinco componentes: o menu principal, a barra de ferramentas, a barra de status, a janela de tabelas e a janela de visualização. Aplica-se à construção de base de dados relacionais na forma de pontos, vetores e polígonos. O Cartalinx gera dois tipos de arquivos: com as extensões LNX e MDB. Os dados gerados pela extensão LNX são os dados espaciais, enquanto que, os dados gerados pela extensão MDB, são os atributos das feições espaciais.

Arcview

O ARCVIEW, utilizado como um sistema de informação geográfica, foi desenvolvido pela ESRI, empresa americana estabelecida em *Redlands, California, USA*. É um SIG que gerencia feições e atributos em unidades denominadas temas. Cada tema

possibilita ligar as informações aos atributos semelhantes, como rodovias, ferrovias, drenagens e etc. As feições dos temas do Arcview podem ser visualizadas através de pontos, linhas e polígonos. É um programa de fácil manipulação, desenvolvido em ambiente Windows e possui ferramentas que permitem desenvolver com mais eficiência os problemas ligados ao geoprocessamento. São criados arquivos de projetos identificados por uma extensão APR que armazenam e organizam informações em cinco tipos de elementos: vistas, tabelas, gráficos, layouts e editores de script. Suporta os arquivos em formato shapefile, isto é, formato de arquivos de feições geográficas e dados de atributos do software (SHP, SHX e DBF). O programa aceita ainda arquivos de fonte de dados do ARC/INFO e arquivos de imagem TIF, TIF/LZW, ERDAS, BSQ, BIL, BIP, RCL e SUN. Enfim, o Arcview permite a integração de dados, elaboração de mapas de qualidade, associando-os a gráficos, desenhos, fotografias e outros tipos de arquivos.

3.2 Métodos

Mapas temáticos

Para a elaboração dos mapas temáticos do município de Cacoal foi inicialmente elaborada a base cartográfica desta área a partir dos dados compilados das cartas topográficas de Cacoal (SC-20-Z-D) e Presidente Médice (SC-20-Z-C), elaboradas e disponibilizadas pelo IBGE, na escala de 1:250.000. Utilizou-se um papel vegetal para extrair o desenho da drenagem, curvas de nível, estradas e limite municipal. Em seguida, estas informações foram convertidas para o meio digital utilizando uma mesa digitalizadora e o software Cartalinx.

A partir da elaboração da base cartográfica, seguiu-se a etapa de elaboração dos mapas da rede de drenagem, rede viária e de localização geográfica da área de estudo. A partir dos dados SRTM, elaborou-se os mapas de hipsometria e declividade do terreno, e utilizando-se as imagens TM/LANDSAT foram elaborados os mapas de uso antrópico e cobertura

vegetal natural dos anos de 1986, 1999, 2005 e 2007. Por fim, a partir dos dados extraídos dos mapas do RADAMBRASIL e dados do SIGIPLAN (Sistema de Informação Geográfica para o Planejamento Municipal) elaboraram-se os mapas de solos e geologia (Figura 5).

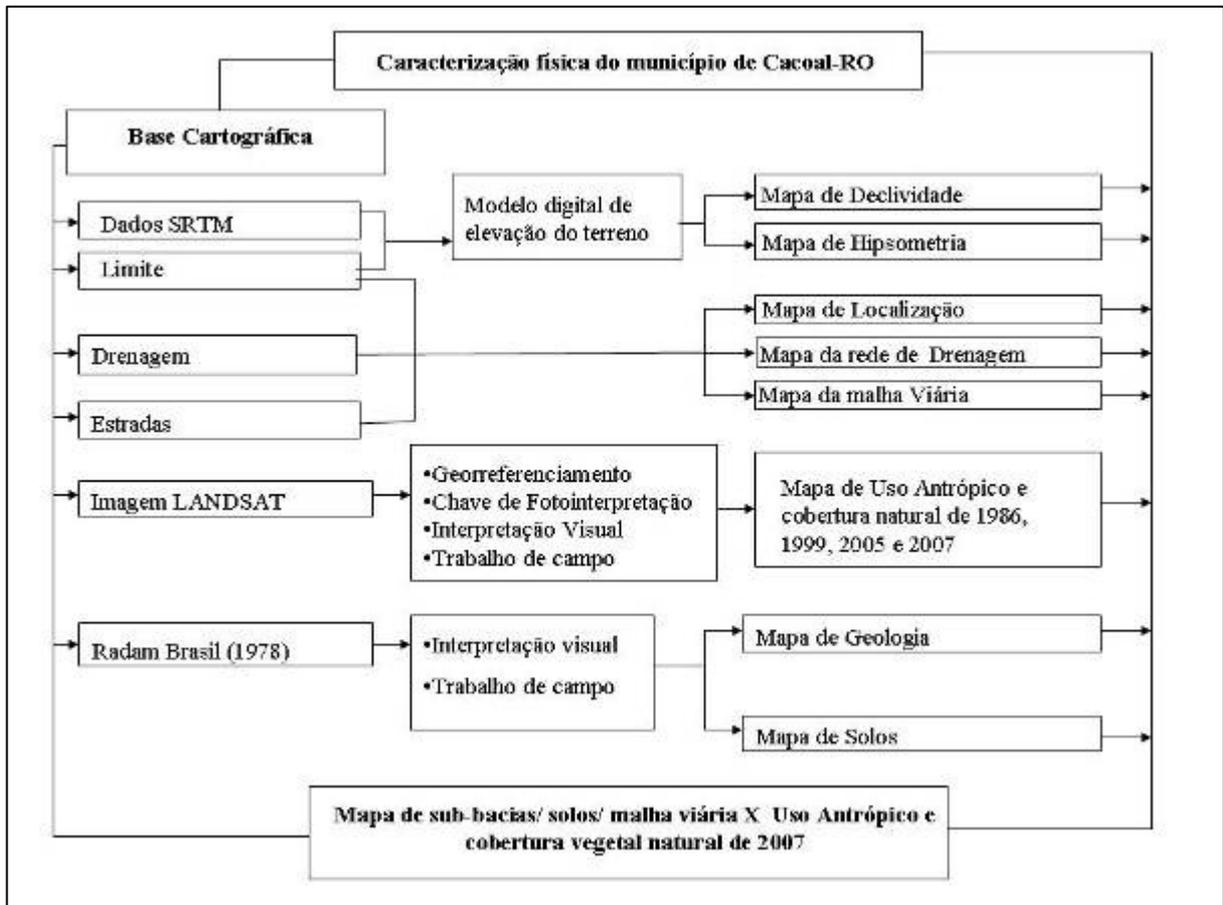


Figura 5: Metodologia utilizada
Org: CASAGRANDE, B., 2008.

Os procedimentos descritos mostram os passos realizados para a elaboração de todos os mapas temáticos apresentados a seguir.

Mapa de Hipsometria, declividade do terreno e bacias hidrográficas

Os mapas de hipsometria, declividade do terreno e bacias hidrográficas foram elaborados a partir do modelo digital de elevação obtido pelo sensor a bordo do ônibus espacial *Endeavour*, Projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), disponibilizado

para download gratuito no site: www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/SRTM, em formato TIFF, folha digital SC20.

O mapa de hipsometria foi construído com o auxílio do SIG IDRISI a partir das funções: *Gis analysis – Data base query – reclass*, definindo-o em 5 classes hipsométricas. Logo depois, foi elaborado o layout final usando as classes de hipsometria A, B, C, D e E. (Quadro 6).

Classes	Intervalo de altimetria (m)
A	Menor 200
B	200 a 240
C	240 a 280
D	280 a 320
E	Maior 320

Quadro 6 – Classes de hipsometria
Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

O mapa de declividade do terreno foi construído utilizando o menu: *Gis analysis – context operact – surface* (slope, percent). Logo depois, foi elaborado o layout final usando apenas as classes declividade A, B e C, pois o relevo da região não comporta outros tipos de declividade conforme citados por ROSS (1992), para outras regiões (Quadro 7).

Classes	Intervalo de declividade (%)
A	< 8
B	8 à 20
C	> 20

Quadro 7 – Classes de declividade
Autor: CASAGRANDE, B., 2009.

O mapa de bacias hidrográficas também foi elaborado com o auxílio do IDRISI, a partir das funções: *Gis analysis – context operact – Watershed* e, posteriormente, salvo em formato TIFF. Logo depois, foi elaborado o layout final usando as nomenclaturas das bacias estudadas.

Após a construção dos mapas temáticos citados, foi recortado o limite da área do município a partir das funções: *Gis analysis – Data base query – overlay – (First x Second)*, do software IDRISI e, posteriormente, salvo o arquivo no formato TIFF.

Mapa da rede de drenagem e rede viária

Para a elaboração do mapa de rede de drenagem e rede viária utilizou-se os vetores de drenagem, estradas e do limite da área de estudo, retirados das cartas planialtimétricas com o auxílio do *software Cartalinx*, como citado anteriormente. Em seguida, estes dados foram exportados para o *software Arcview* onde foi elaborado o *layout* final deste mapa.

Mapa de localização geográfica

Para a elaboração do mapa de localização geográfica, utilizou-se o vetor do limite geográfico do Brasil, disponível para download no site do Geominas. Utilizou-se ainda, o vetor do limite do Estado de Rondônia, disponível no site do SIGIPLAM e o vetor do limite da área de estudo, digitalizado no *Cartalinx* e exportado para o *Arcview*, todos no formato SHP. Com posse de todos os dados necessários, elaborou-se o *layout* final do mapa de localização geográfica, com o auxílio do software *Arcview*.

Mapa de Uso antrópico e Cobertura Vegetal Natural

Para a elaboração do mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999 e 2005 do município de Cacoal, tomou-se, inicialmente, a base cartográfica digital, sobrepondo-a nas imagens estudadas, para posterior interpretação das mesmas. Foram

utilizadas imagens LANDSAT 5, sensores TM e ETM+, composição colorida 3r4b5g do ano de 1986 e composição colorida 3r4g5b para os anos de 1999, 2005 e 2007. Com o auxílio da base cartográfica digital realizada anteriormente, a interpretação visual das imagens de satélite e levantamentos de campo, com registro utilizando máquina fotográfica digital e receptor GPS de navegação, foi possível a elaboração dos mapas de uso antrópico e cobertura vegetal natural de acordo com os passos descritos, a seguir.

O primeiro passo se baseou na seleção e aquisição das imagens de satélites viáveis para a realização da pesquisa.

O segundo passo consistiu em confeccionar a chave de fotointerpretação de acordo com a metodologia de Rosa (2005), que define três itens importantes para realização da interpretação visual, sendo eles: cor, textura e forma (Tabela 1).

Tabela 1 – Chave de fotointerpretação para a imagem da composição colorida 3r4g5b do satélite LANDSAT

Categorias	Composição Colorida 3R4G5B		
	Cor	Textura	Forma
Reserva indígena	Vermelho	Rugosa	Regular
Vegetacao natural	Vermelho	Rugosa	Irregular
Uso antrópico	Azul claro	Lisa	Irregular
Influência urbana	Cores variadas	Rugosa	Geométrica
Corpus d' água	Preto	lisa	Irregular

Org: CASAGRANDE, B. 2008.

O terceiro passo, para realizar os mapas de uso antrópico e cobertura vegetal natural, foi realizar a interpretação visual preliminar da imagem de satélite, acompanhada de um trabalho de campo para dar mais credibilidade na interpretação das feições discriminadas.

No quarto passo, da confecção dos mapas de uso antrópico e cobertura vegetal natural, foi realizada a vetorização das categorias de uso e cobertura vegetal natural, já predefinidas na chave de fotointerpretação, trabalho este, todo realizado no *software Cartalinx*.

Realizados os quatro passos iniciais descritos, foi realizado o procedimento de exportar os arquivos, vetorizados em polígonos, do software Cartalinx para o Arcview, no formato SHP e, ainda, classificá-los segundo as categorias de uso identificadas. Com o auxílio do *software* Arcview, foi elaborado o *layout* final e também a tabulação e quantificação das categorias da área de estudo.

A chave de interpretação permitiu identificar e mapear as seguintes categorias de uso e ocupação do solo no município de Cacoal: reserva indígena, vegetação natural, uso antrópico, influência urbana e corpos d'água.

Mapa de Solos e Geologia

Para a elaboração dos mapas de solos e geologia foram observados: o relevo, o padrão de drenagem, a cor e a textura do solo. As observações foram feitas através de trabalho de campo acompanhado da carta do Radambrasil na escala de 1:1000000 e imagens de satélites Landsat do sensor TM. Feitas as observações necessárias, utilizou-se as imagens de satélite para a vetorização das categorias identificadas com o auxílio do software Cartalinx. Em seguida, estes dados vetorizados foram exportados para o software Arcview para a posterior elaboração do mapa temático final.

Tabulação de dados

A tabulação cruzada dos dados obtidos, a partir dos mapeamentos temáticos realizados, permitiu avaliar o desmatamento no município de Cacoal - RO. Foram realizados cruzamentos das informações espaciais de uso antrópico e cobertura vegetal natural com os dados de solos e malha viária.

Estes cruzamentos foram executados com o auxílio do software IDRISI por meio dos algoritmos representados pelas funções: GIS Analysis – Data Base Query – CROSSTAB. Para o cruzamento destes dados, foi, inicialmente, necessária a transformação de todos os arquivos para o formato raster, uma vez que os dados vêm exportados no formato vetorial (software Cartalinx). Estes cruzamentos possibilitam estabelecer uma correlação entre as classes e/ou categorias identificadas, bem como a quantificação dos mesmos.

Trabalhos de campo

Foram realizados três trabalhos de campo no município de Cacoal – RO.

O primeiro foi realizado nos dias 18, 19 e 20 de abril de 2007, sendo que este serviu para conhecimento da área física.

O segundo trabalho de campo foi realizado entre os dias 19 e 30 de julho de 2007. Neste período foi realizado um levantamento detalhado do meio físico com documentação fotográfica e coleta de coordenadas geográficas, com auxílio de um GPS.

O terceiro e último trabalho de campo, foi realizado nos dias 13, 14 e 15 de agosto de 2008, juntamente com o Prof. Dr. Roberto Rosa, para que pudesse ser realizada a conferência dos mapas temáticos elaborados.

4 - RESULTADOS

4.1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MUNICÍPIO DE CACOAL – RO

➤ **Clima**

A precipitação, a umidade e a temperatura são variáveis que determinam diretamente os processos de intemperismo mecânico e químico das rochas (BELTRAME, 1994). Para Santos (2005); Beltrame (1994), dependendo das quantidades de precipitação, umidade e temperatura de cada área, a atuação dos processos de intemperismo físicos e químicos é diferente, resultando em características diferentes de relevo, solo e vegetação.

As chuvas exercem sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas, que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro, e pelo escorrimento da enxurrada (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005). A chuva, juntamente com outros componentes físicos como o relevo, solo e a vegetação, podem definir os aspectos de formação de erosão. As características da rede de drenagem, influenciadas pela declividade e pelo substrato rochoso, também traduzem as características físicas do local.

Os dados meteorológicos do município de Cacoal-RO, referentes aos anos de 2006 e 2007, foram adquiridos junto à estação meteorológica do município de Cacoal (SEDAM), através do site www.agritempo.com.br.

Segundo Ayoade, (1996) para a caracterização do clima de uma região é necessário o acompanhamento dos dados meteorológicos durante no mínimo 30 anos, porém a estação meteorológica de Cacoal foi instalada somente em março de 2005. Isto comprometeu a caracterização do clima, mas os dados já existentes foram suficientes para fazer uma prévia dos dados climáticos do município (Gráfico 1; Tabela 2) e realizar, empiricamente, a comparação com os dados gerais existentes em literaturas disponíveis.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo Am, correspondente das florestas tropicais com chuvas do tipo monção. Existem, basicamente, duas estações bem definidas. Tomando os dados do gráfico 1, temos que, o verão (que se estende de maio a setembro) com precipitações pluviométricas que variam de 00 a 250 mm/mês, e o inverno (que se estende de outubro a março) com precipitações pluviométricas entre 150 a 500mm/mês, o que compensa a estação de menor índice pluviométrico, permitem a existência de floresta. Esse tipo climático domina toda a área do município. A temperatura média fica em torno de 25°C, com pluviosidade média de 3000 a 3500 mm/ano e os valores de umidade relativa estão entre 80% e 85%.

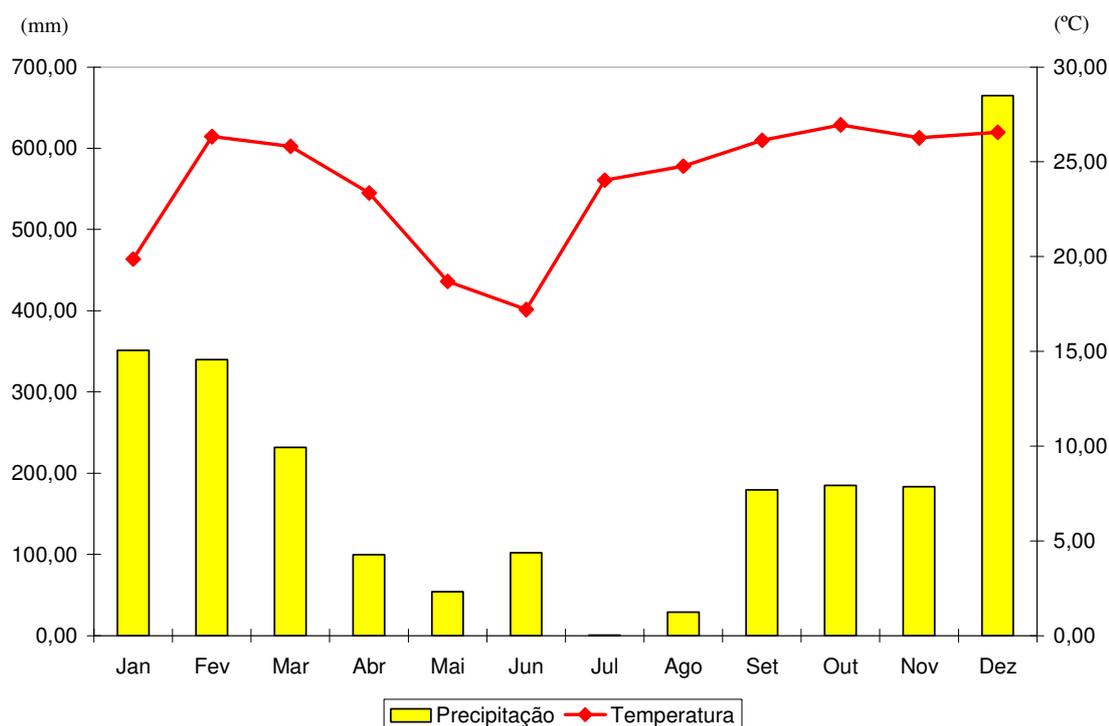


Gráfico 1 – Média de Precipitação e Temperatura 2005/2008

Fonte: www.agritempo.com.br, 2008.

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

De acordo com o gráfico 1, nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março ocorreram os maiores índices de precipitação. A regularidade das chuvas iniciou-se em

agosto, com aumentos gradativos até novembro, e se regularizando, em dezembro. Em julho, o índice pluviométrico foi zero, tendência que caracteriza o período seco.

Tabela 2: Temperatura e precipitação média mensal dos anos de 2006 e 2007.

Meses	2005		2006		2007		2008		Média		
	Temperatura Média	Precipitação									
Jan	-	-	25,80	203,40	26,90	723,30	26,76	127,10	19,87	351,27	
Fev	-	-	27,10	507,80	25,95	372,40	25,95	138,60	26,33	339,60	
Mar	24,80	130,70	25,30	123,70	27,30	507,10	25,85	165,30	25,81	231,70	
Abr	15,90	174,10	25,65	76,60	26,35	120,00	25,55	27,80	23,36	99,63	
Mai	11,10	65,40	23,35	26,50	23,55	81,60	16,75	23,70	18,69	54,05	
Jun	7,05	16,00	24,25	9,00	24,95	384,00	12,55	0,00	17,20	102,25	
Jul	23,90	2,40	25,20	0,00	23,55	0,80	23,45	0,00	24,03	0,80	
Ago	25,40	8,00	24,90	1,00	24,15	88,20	24,65	18,20	24,78	28,85	
Set	25,45	51,10	26,75	42,30	26,05	241,00	26,30	384,10	26,14	179,63	
Out	27,70	91,80	27,20	102,80	25,40	345,30	27,50	200,70	26,95	185,15	
Nov	26,65	91,00	24,35	185,90	27,50	187,70	26,55	269,00	26,26	183,40	
Dez	25,80	232,10	26,00	581,10	27,20	171,10	27,25	345,80	26,56	665,05	
									Média/Total	23,83	2421,37

Fonte: www.agritempo.com.br

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

➤ Hipsometria

O conhecimento dos dados de hipsometria se refere ao estudo das medidas altimétricas do relevo de uma determinada área. Este fato contribui para planejar o uso da terra, pois de acordo com a hipsometria de uma região podem ocorrer processos erosivos mais ou menos fortes, assim como se pode detectar o grau de dissecação do relevo. Para a elaboração do mapa hipsométrico de Cacoal, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação e mapearam-se cinco classes que variam de menor que 200 metros a maior que 320 metros (Mapa 2).

Com a observação do mapa de hipsometria, nota-se que as maiores ondulações do município de Cacoal correspondem às cotas altimétricas acima de 320 metros em alguns trechos do município. As menores cotas altimétricas são até 200 metros e localizam-se nas proximidades das drenagens, principalmente na sub-bacia rio Machado e sub-bacia do rio São

Pedro. Intercalando essas classes temos altimetrias que variam de 200 a 320 metros que se localizam entre as classes mais altas e as mais baixas.

Tabela 3 - Área ocupada pelas diferentes cotas altimétricas

Classes (m)	Área ocupada	
	(ha)	(%)
Menor 200	70670,00	18,15
200 a 240	179938,00	46,22
240 a 280	106702,00	27,41
280 a 320	24658,00	6,33
Maior 320	7332,00	1,88
Total	389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

A tabela 3 e gráfico 2 relatam os intervalos de classes das cotas altimétricas, suas respectivas áreas e percentuais ocupados no município de Cacoal/RO. As cotas menores que 200 metros ocupam área equivalente a 70670 hectares, ou seja, 18,15% do total do município de Cacoal. O intervalo de cota de 200 a 240 metros é a classe que toma maior área do município, compreendendo 179938 hectares e resultando em 46,22% da área total.

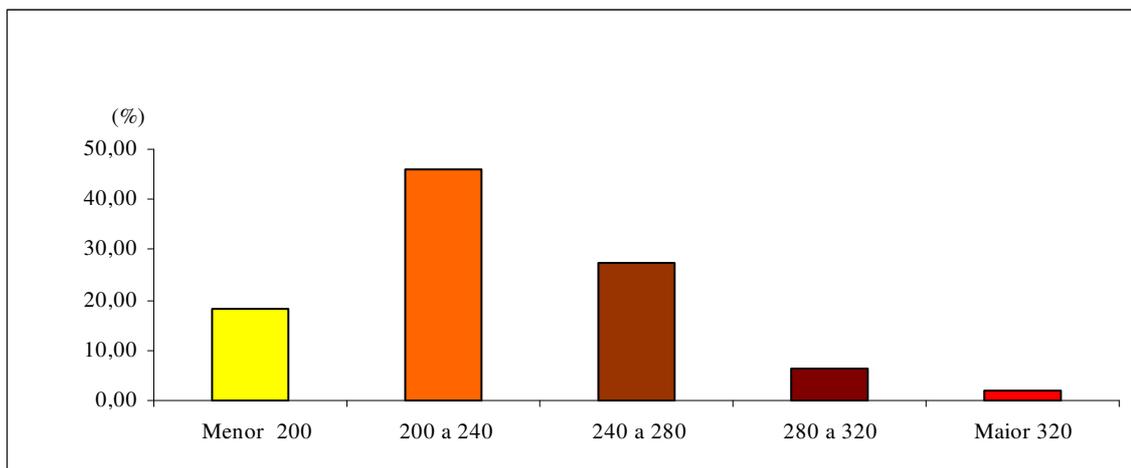
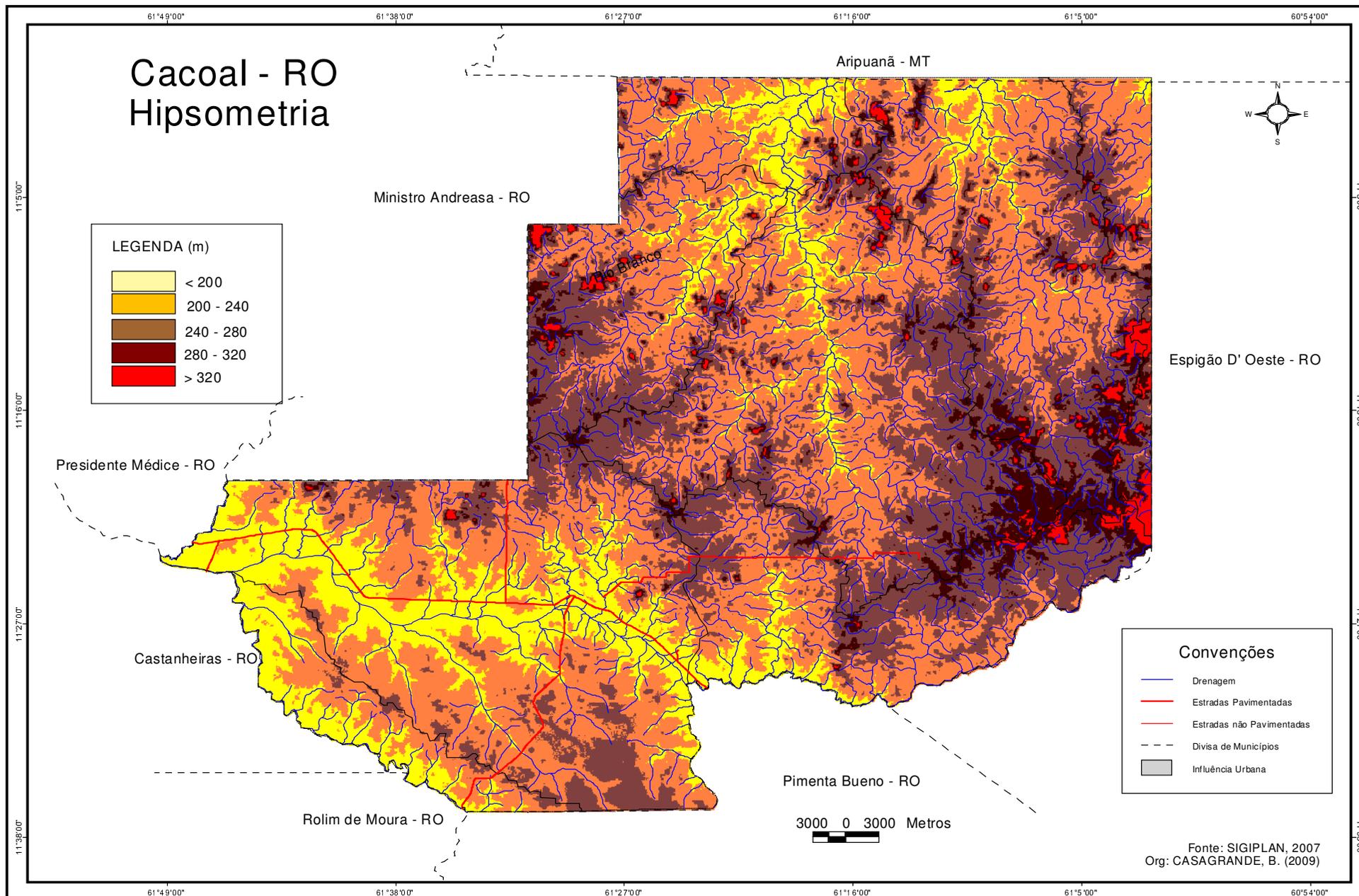


Gráfico 2 – Classes de hipsometria e percentual de área ocupada

Fonte: Mapa Hipsometria.

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.



Mapa 2: Hipsometria

No intervalo de cotas entre 240 a 280 metros tem-se a segunda maior área ocupada com 106702 hectares, o que se refere a 27,21% da área total. No intervalo de 280 a 320, por sua vez, tem-se uma área de 24658 hectares, o correspondente a somente 6,33% da área total. Na maior cota, a cota de 320 metros, tem-se área igual a 7332 hectares, o correspondente a 1,88% da área total do município (Tabela 3; Gráfico 2).

➤ **Declividade do terreno**

A declividade do terreno é entendida a partir da distância entre as curvas de nível de uma determinada área, pois reflete o grau de inclinação do relevo, que pode variar entre fortemente inclinado a levemente inclinado. A declividade de um terreno deve ser utilizada em conjunto com outros parâmetros, mas em muitos casos, é o principal condicionador da capacidade de uso da terra e cobertura vegetal.

Para cada unidade, costuma-se descrever a morfologia do relevo, os padrões e formas, vertentes e elementos. Permite ainda, interpretar uma questão indispensável ao planejamento ambiental: a relação entre a superfície do terreno, a distribuição dos aglomerados humanos e os usos do solo em função das limitações impostas pelo relevo. É comum que este mapa temático seja a referência para a elaboração do mapa de vulnerabilidade de um local. As informações sobre o relevo, somadas aos dados geológicos e de solo permitem avaliar os tipos de terreno, com suas relações de suscetibilidade e potencialidades naturais. Por exemplo, áreas de planícies fluviais, em combinação com outros fatores, são mais suscetíveis a ocorrência de inundações sazonais, assim como alguns locais da região amazônica.

De acordo com as características físicas do local e a classificação do relevo proposto por ROSS (1992), o relevo no município de Cacoal foi dividido em: plano, levemente ondulado e ondulado.

Levemente ondulado – é o relevo correspondente às baixadas, perto de cursos d'água, onde predominam superfícies horizontais ou levemente inclinadas, com declives menores ou até 8%.

Ondulado - relevo correspondente às áreas de meio-encostas e aos terrenos ligeiramente ondulados com predominância de declives de 8% a 20%.

Fortemente Ondulado – relevo de superfície movimentada e acidentados, com declives maiores que 20%.

Tabela 4 – Classes de declividade do terreno por área ocupada

Categorias	Classes (%)	Área	
		(ha)	(%)
Levemente Ondulado	Menor 8	64902,00	16,67
Ondulado	8 a 20	220547,00	56,65
Fortemente Ondulado	Maior 20	103851,00	26,68
TOTAL		389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

De acordo com o mapa 3, tabela 4 e gráfico 3, verifica-se que a área ocupada no município de Cacoal, com intervalo de declividade do terreno menor que 8%, é de 64902 hectares (16,67% da área total), sendo este, o intervalo de classe de menor expressão na área estudada. Esta área de relevo levemente ondulado possui plantio de pastagens correspondente as áreas de baixadas, onde predominam leves inclinações, com declives menores ou até 8% (Foto 1). As áreas de relevo levemente ondulado do município são de solos arenosos, pouco profundos e drenagem intermitente. Como se trata de uma área de fácil mecanização, o uso verificado, de forma geral, se refere às pastagens, mas pode apresentar-se ainda, utilizada para a agricultura, desde que sejam empregadas técnicas de manejo adequadas para este fim.

As áreas ocupadas por terrenos com declive que varia entre o intervalo da classe de 8 a 20% de declividade correspondem a 220547 hectares (56,65%), ou seja, o intervalo que corresponde a mais de 50% da área total do município estudado. Nestas áreas há o predomínio de relevo ondulado com inclinações correspondentes a encostas com morrotes (Foto 2). Estas

áreas são mais utilizadas para agricultura, principalmente a cafeicultura, e para o cultivo de culturas anuais como o arroz, feijão e milho e culturas perenes, sempre intercalando com as pastagens.

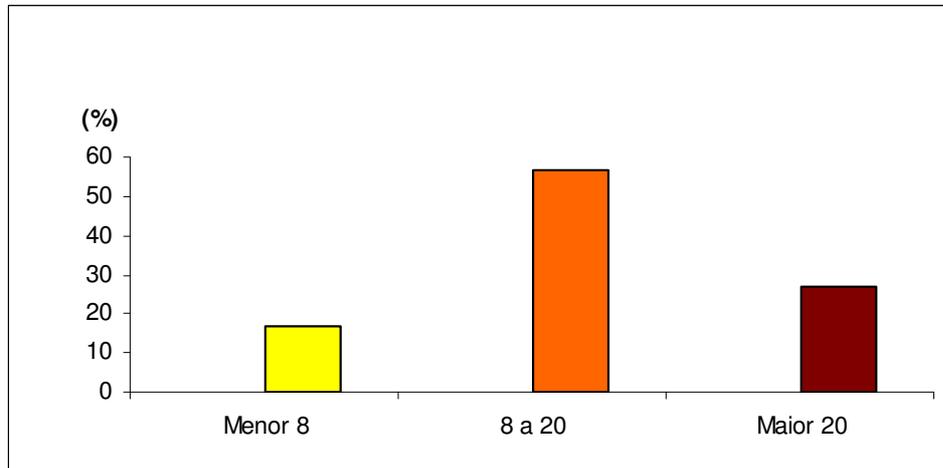


Gráfico 3 - Classes de declividade e percentual de área ocupada

Fonte: Mapa Hipsometria.

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.



Foto 1: Área de pastagem em relevo levemente ondulado

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

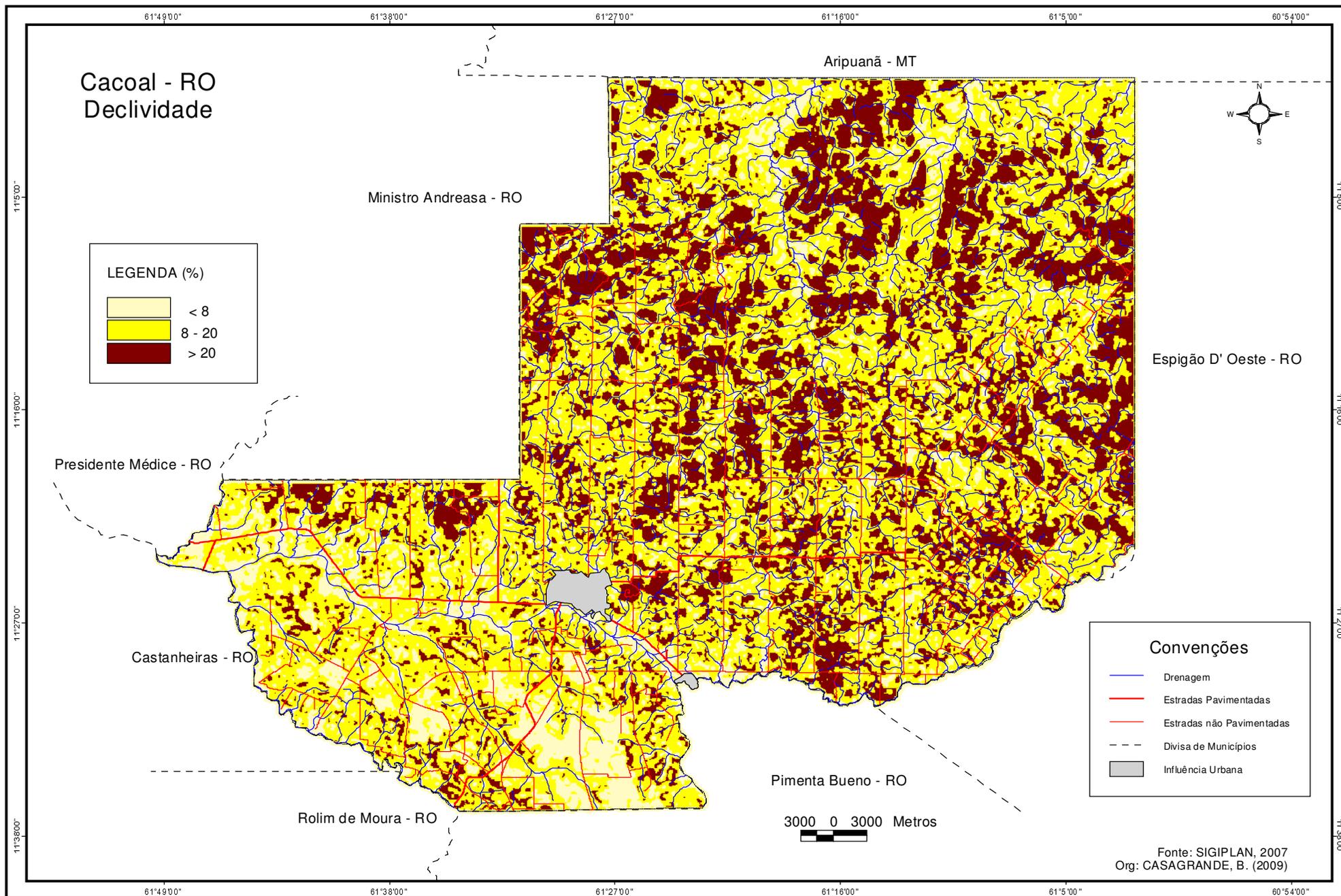


Foto 2: Área de pastagem e agricultura em relevo ondulado
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

As áreas que abrangem terrenos com classes de declividade superior a 20%, correspondem a 103851 hectares (26,68%), sendo caracterizadas por um relevo fortemente ondulado, composto por morros seguidos e áreas de encostas mais abruptas (Tabela 4; Gráfico 3). O uso predominante nestas áreas se refere às pastagens, cafeicultura e culturas anuais, além da presença de vegetação nativa (Foto 3).



Foto 3: Área de pastagem e agricultura em relevo fortemente ondulado
Fonte: CASAGRANDE, B. 2008.



Mapa 3: Declividade do terreno

➤ Geologia

Ao analisar algum tipo de erosão dos solos, nota-se que ocorre a desintegração do material rochoso daquela área em questão, especialmente através do transporte de partículas, sendo a água, o principal veículo para que ocorra este processo.

Processos menos dinâmicos, quando comparados a processos antropogênicos, subsidiam as interpretações sobre o relevo, solo e processos como erosão e deslizamentos de terra. No planejamento ambiental, a geologia tem grande contribuição, em conjunto com outros temas, pois permite a averiguação, a constituição e a estruturação da área analisada.

Conforme a base digital do SIGIPLAN (2006), as classes geológicas do município de Cacoal são, assim, caracterizadas:

Formação Conglomerado-Dolomito-Ardósia Cacoal – de idade do Paleozóico, conglomerado polimítico, calcário dolomítico com intercalasses silticas-argilosas, brechas intraformacionais e margas ferruginosas; folhelhos micáceos com arenito feldspático intercamadado e níveis de carbonato dolomítico com nódulos de chert e gipsita;

Formação Folhelho Pimenta Bueno – de idade do Paleozóico, folhelhos (ardósias), lamitos, diamictitos, arcáceos conglomeríticos, arenitos, lentes de carvão, leitos de gipsita e carbonatos;

Grupo Vulcano-Sedimentar Mutumparanã-Roosevelt – de idade do Mesoproterozóico, Arenitos, siltitos, chert, arenitos hematíticos, ardósias, filitos, quartzitos (micáceos), formações ferríferas (manganesianas), metatufos, gabro e diabásio; fácies não-metamórficas a xisto-verde e mais baixo grau;

Suíte Básica Alcalina Ciriquiqui – de idade do Mesoproterozóico, gabros, gabros porfiríticos, anostozitos e diabásios; subordinadamente, quartzo-monzogranitos e granófiros;

Suíte Intrusiva Rapakivi Serra da Providência – de Mesoproterozóico, Batilito e stocks nos quais a fácies granítica compreende piterlitos e viborgitos subordinados, granitos porfiríticos e biotita-sienogranitos;

Supergrupo Gnaiss Jamari – de idade do Paleoproterozóico-Mesoproterozóico, ortognaisses e gnaisses bandados, principalmente de composição granítica e granodiorítica e, subordinadamente, diorítica, quartzo-diorítica e tonalítica; paragnaisses, anfíbolitos, metagabros e meta-ultramáficas, presentes em pequenas quantidades.

Como pode ser observado na tabela 5, a Suíte Intrusiva Rapakivi Serra da Providência é o grupo geológico de maior expressão no município ocupando 49,01% da área total, com área igual a 190794,5 hectares. Em seguida, surge o Supergrupo Gnaiss Jamari com 25,61% da área total e, em terceiro lugar, está a Formação Conglomerado-Dolomito-Ardósia Cacoal, que possui área igual a 78242,50 hectares, o correspondente a 20,10% da área total do município. Os demais seguimentos são de baixa expressão, como pode ser observado no gráfico 4, no qual a somatória dos mesmos resulta em menos de 6% de área estudada (Mapa 4).

Tabela 5 – Categorias de geologia por área ocupada

Identificação	Categorias	Área ocupada	
		(Ha)	(%)
1	Formação Conglomerado-Dolomito-Ardósia Cacoal	78242,50	20,10
2	Formação Folhelho Pimenta Bueno	1980,50	0,51
3	Grupo Vulcano-Sedimentar Mutumparana-Roosevelt	6296,50	1,62
4	Suíte Básica Alcalina Ciriquiqui	10220,50	2,63
5	Suíte Intrusiva Rapakivi Serra da Providência	190794,50	49,01
6	Supergrupo Gnaiss Jamari	99707,50	25,61
7	Água	2058,00	0,52
Total		389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

As fotos 4 e 5 representam rochas areníticas das Formações Conglomerado-Dolomito-Ardósia Cacoal, Formação Folhelho Pimenta Bueno e Grupo (Meta)Vulcano-

Sedimentar Mutumparanã –Roosevelt e estão presentes em regiões de relevo ondulado, dando origem a solos de baixa fertilidade.

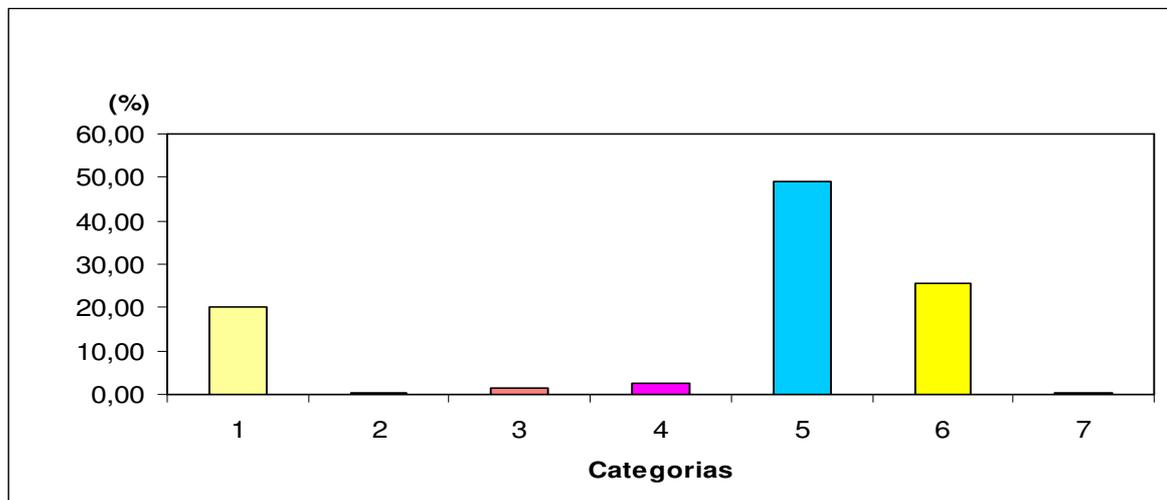


Gráfico 4 - Classes geológicas e percentual de área ocupada
Autor: CASAGRANDE, B. 2009.



Foto 4: Afloramento rochoso em área de relevo ondulado
Autor: CAGRANDE, B. 2008.

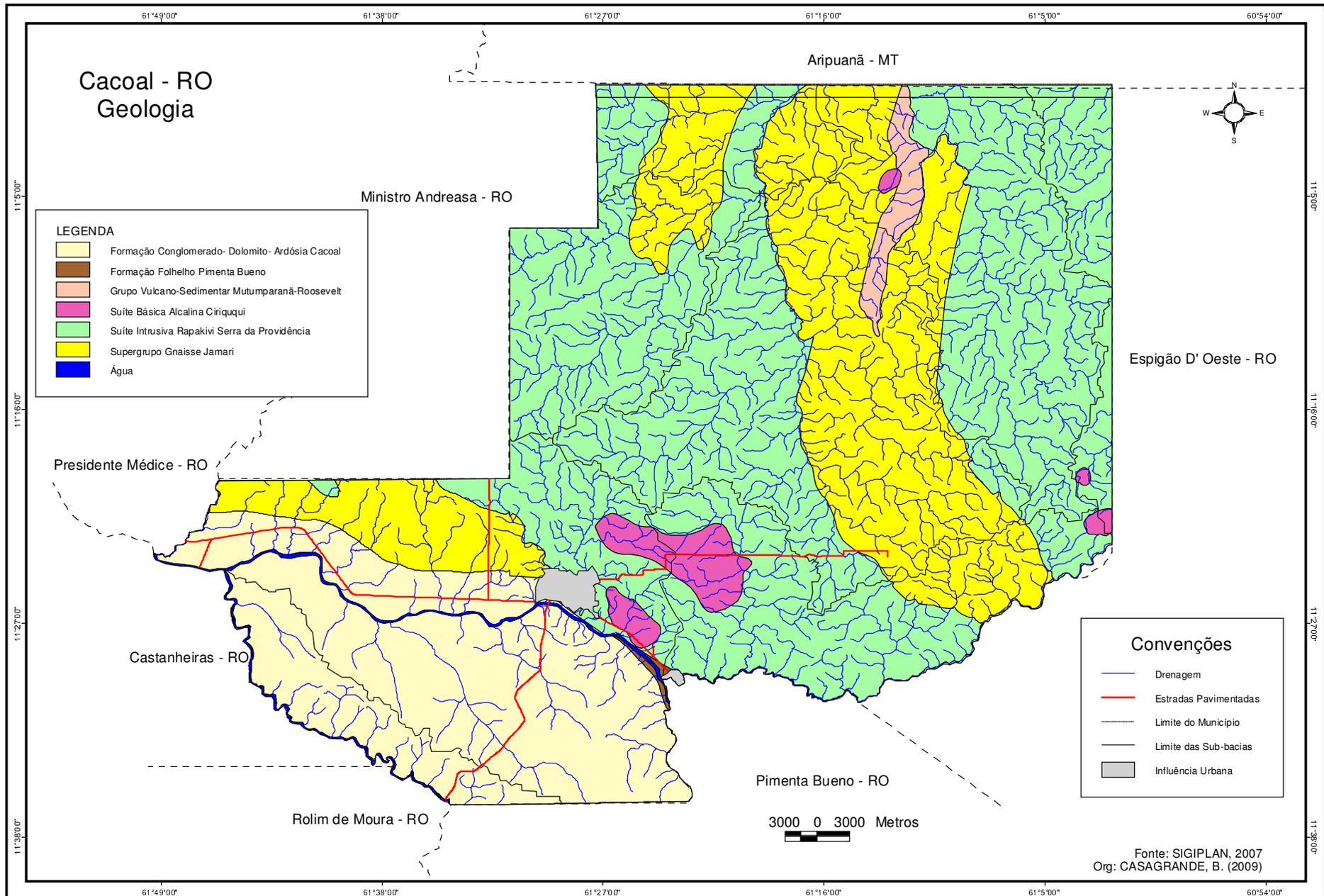


Foto 5: Afloramento rochoso em meio a pastagem
Autor: CAGRANDE, B. 2008.

As fotos 6 e 7, representam rochas graníticas da Suíte Intrusiva rapaviki Serra da Providencia e do Supergrupo Jamari e estão presentes em locais de relevos planos e levemente ondulados. Estas rochas dão origem a solos de baixa fertilidade.



Foto 6: Afloramento rochoso na região da linha 7
Autor: CAGRANDE, B. 2008.



Mapa 4: Geologia



Foto 7: Afloramento rochoso na região da linha 10
Autor: CAGRANDE, B. 2008.

➤ Rede hidrográfica e sub-bacias hidrográficas

O município de Cacoal pertence à bacia do rio Madeira e tem como principal curso d'água o rio Machado, situado na parte sul do município. Além do rio Machado, a rede hidrográfica é formada por vários igarapés (Mapa 5).

A rede de drenagem do município é do tipo dendrítica, nome originado do grego *dendros* que significa árvore. Isso explica o padrão do traçado da drenagem em forma de esgalhamento típico de áreas cobertas por rochas cristalinas como o granito (Guerra; Guerra, 2006). A drenagem do município constitui um padrão onde os talvegues têm variados comprimentos e não possuem nenhuma orientação preferencial ou uma organização sistemática.

De acordo com o mapa de bacias hidrográficas, o município de Cacoal é dividido em oito sub-bacias hidrográficas: Sub-bacia do rio Fortuninha, Sub-bacia do rio Branco, Sub-bacia do igarapé Manuel, Sub-bacia do igarapé Volta Grande, Sub-bacia do rio Machado, Sub-bacia do rio São Pedro, Sub-bacia do Riozinho e Sub-bacia do igarapé Sete de Setembro.

Dentre as oito sub-bacias delimitadas em Cacoal, somente uma está totalmente inserida no limite do município, as outras sete apresentam parte de sua área dentro da área do limite de Cacoal e parte, em áreas de municípios vizinhos. Tal fato acontece, porque a divisão limítrofe dos municípios da região norte é realizada parte em limites secos e parte, em locais de drenagem.

O mapa de sub-bacias permite verificar que a sub-bacia do igarapé Sete de Setembro realmente é a única que está totalmente inserida dentro do limite municipal de Cacoal e que, a sub-bacia do rio Machado tem a maior extensão dentre aquelas estudadas, se caracterizando por uma das bacias mais importantes do município (Mapa 6).

A tabela 6 e o gráfico 5, mostram que a sub-bacia do rio Machado tem área igual a 100688,00 hectares ocupando 25,86% da área total do município. A segunda, em ordem decrescente, é a sub-bacia do igarapé Sete de Setembro com área igual a 86692,00 hectares ocupando 22,27% da área total do município. A sub-bacia do igarapé Manuel é a terceira, que corresponde a 15,85% do total e, por fim, a sub-bacia do Riozinho com área igual a 47029,00 hectares é a quarta bacia em extensão, abrangendo um total de 12,08% do município.

Tabela 6 - Área ocupada pelas sub-bacias hidrográficas

Identificação	Sub - bacias	Área ocupada	
		hectares	%
1	Rio Fortuninha	15332,00	3,94
2	Rio Branco	38105,00	9,79
3	Igarapé Manuel	61708,00	15,85
4	Igarapé Volta Grande	21836,00	5,61
5	Rio Machado	100688,00	25,86
6	Rio são Pedro	17910,00	4,6
7	Riozinho	47029,00	12,08
8	Igarapé Sete de Setembro	86692,00	22,27
Total		389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

As sub-bacias do rio Fortuninha, rio Branco, igarapé Volta Grande e rio São Pedro somam área igual a 93183 hectares, abrangendo 23,94% da área total do município de Cacoal (Tabela 6; Gráfico 5).

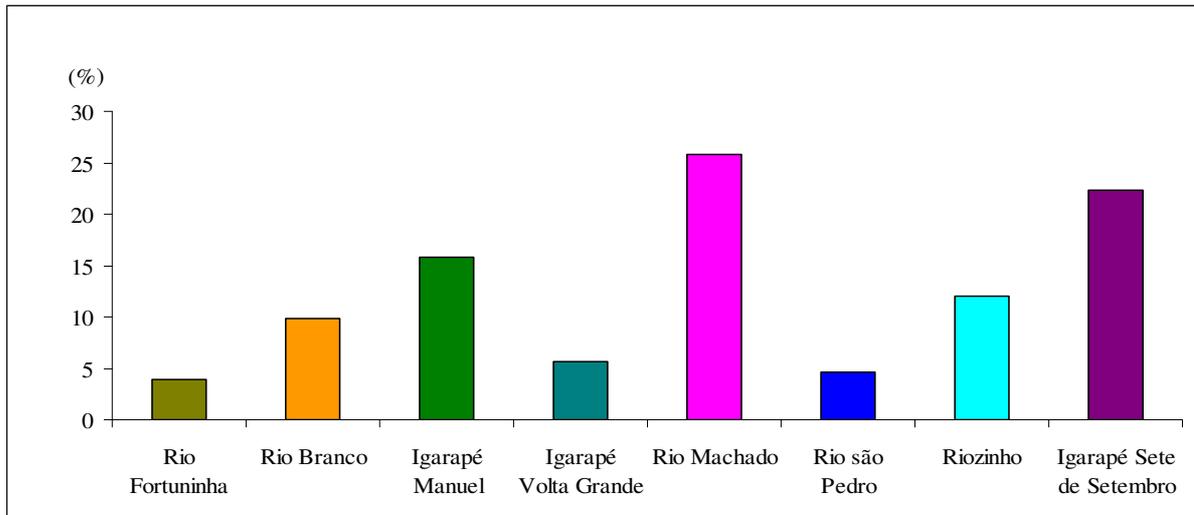


Gráfico 5 - Percentual de áreas ocupadas por sub-bacias hidrográficas

Fonte: Mapa de bacias

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

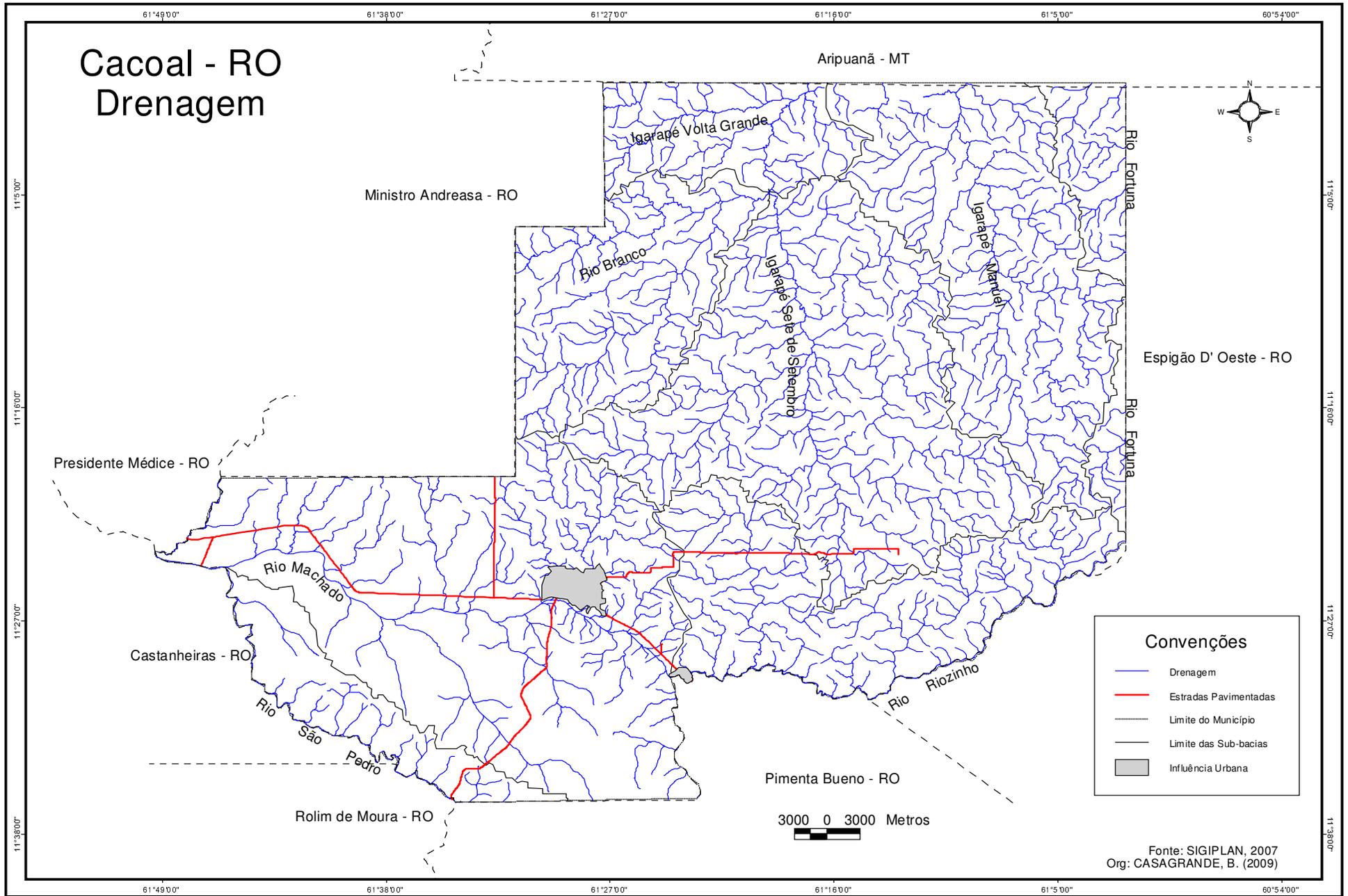
Conhecendo em detalhes a área de estudo através de imagens de satélite e trabalhos de campo, constatou-se que nas sub-bacias hidrográficas do município, com exceção das bacias situadas dentro da reserva indígena, os cursos d'água praticamente não possuem mata ciliar, estando sujeitos a ocorrência de processos erosivos (Foto 8). As matas ciliares são ricas em biodiversidade e funcionam como proteção para os rios, assim como os cílios oferecem proteção para os olhos.



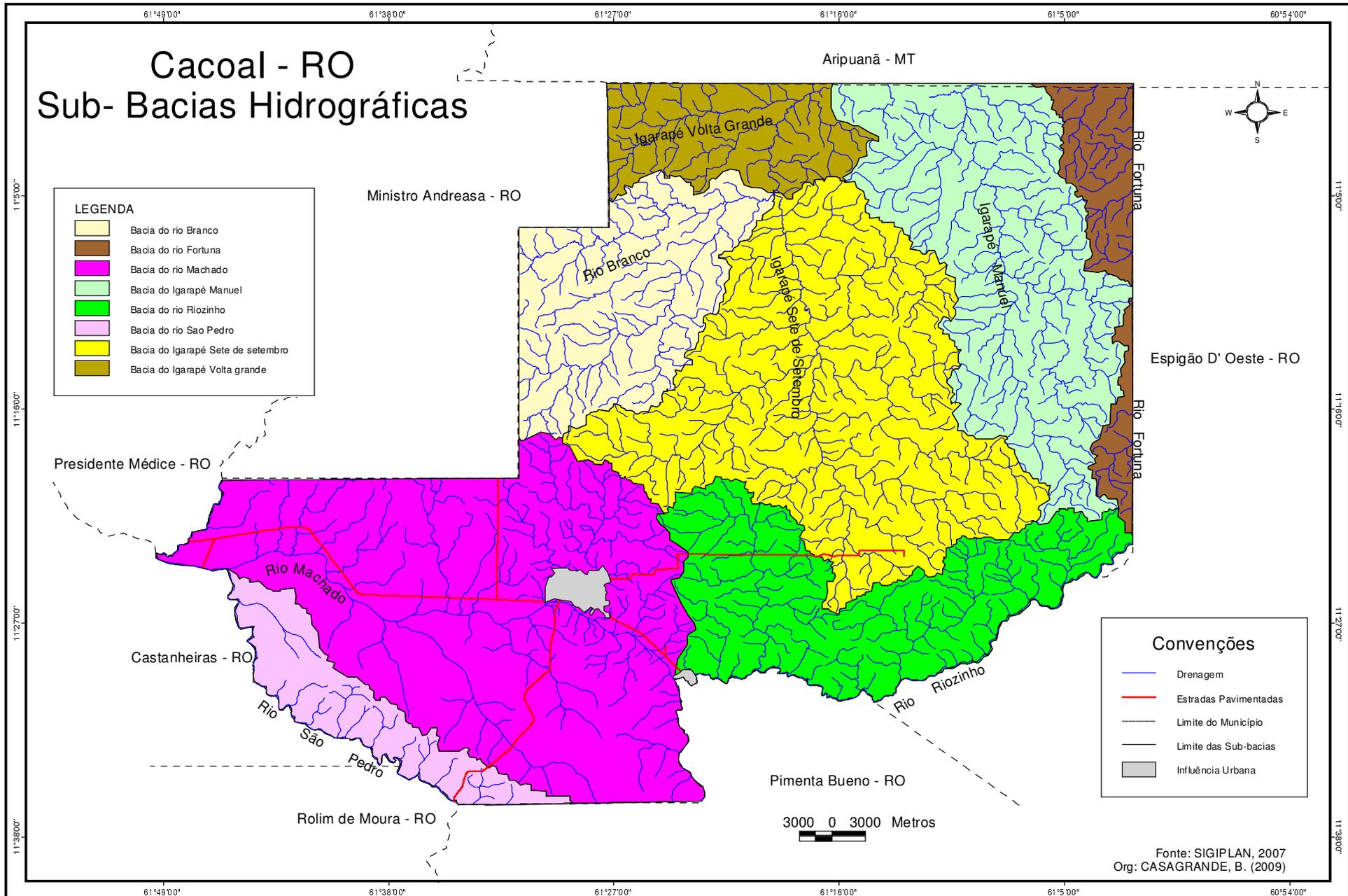
Foto 8: Córrego localizado na sub-bacia do rio Machado sem mata ciliar

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

Pode-se verificar que, no rio Machado, a área de preservação permanente deveria ser de 100 metros, enquanto que nos demais rios e igarapés, a mesma deveria ter extensão de 30 metros, segundo legislação vigente. De acordo com as leis da resolução do CONAMA nº. 303, artigo 2º, de 20 de março de 2002, se constituiu áreas de preservação permanente de 30 metros para curso d'água com menos de 10 metros de largura; 50 metros, para curso d'água de 10 metros a 50 metros de largura; 100 metros, para curso d'água de 50 metros a 200 metros de largura; 200 metros, para curso d'água de 200 metros a 600 metros de largura e 500 metros, para curso d'água com largura superior a 600 metros.



Mapa 5: Drenagem



Mapa 6: Sub-Bacias hidrográficas

Até o final dos anos de 1960, a economia na região amazônica era resumida praticamente à extração de borracha e de castanha-do-pará. A partir dos investimentos na construção de vias de acesso, a base de incentivos fiscais e investimentos pesado em infra-estrutura é que ocorreu a ocupação do espaço na Amazônia brasileira. No Programa de Integração Nacional foram construídas as rodovias Transamazônica, a BR-364 e a BR-163, que permitiram a expansão de frentes agropecuárias no norte do Centro-Oeste. Seu lema, como já citado anteriormente, era “*integrar para não entregar*”.

O programa teve êxodo, pois as terras foram ocupadas e através desta vias de acessos, Becker (2004) ressalta que o elevado número de migrantes superou em muito as previsões oficiais. Conforme dados do IBGE (2202), a partir dos anos 1980, com a pavimentação da rodovia Cuiabá – Porto Velho, a BR-364, iniciou-se um fluxo de migração em Rondônia sem precedentes. Nesta década, o número de habitantes cresceu quase oito vezes, passando de 70 mil para cerca de 500 mil, entre as décadas de 1960 a 1980. A ocupação proporcionou a construção e consolidação da malha de estradas secundárias e alimentadoras, atendendo a Colonização e projetos de Assentamento Dirigido de apoio às atividades agrícolas, agro-industriais e florestais.

Husson et al (1995) apud Mendoza; Anderson (2005) propôs várias topologias para caracterizar o desflorestamento, assim como pontuadas, a seguir: geométrico, ilha, corredor, difuso, espinha de peixe e fragmentos (Figura 6). Estes padrões podem ser associados com os modelos de ocupação e processos de desflorestamento.

A malha viária da região Amazônia apresenta uma variedade de arquiteturas de assentamentos e complexos fundiários. No município de Cacoal, assim como em outros municípios do estado de Rondônia, encontram-se os chamados assentamentos do período da colonização dirigida pelo INCRA, sendo que nestes locais de assentamentos as formas de ocupações são caracterizadas como 'espinha de peixe'. Tal fato acontece devido ao modelo

das vias de acessos serem feitas de espaços em espaços e divididos em lotes de 100 hectares distribuídos entre os colonos. A posição dos lotes individuais na paisagem proporciona um visual de “espinha de peixe”, que é fundamental para o entendimento e análise do desmatamento e de seus impactos (Mapa 7). Contudo, na parte leste do município de Cacoal aparecem as clareiras, em grande escala, para uso da agropecuária e com característica da tipologia geométrica (Figura 6).

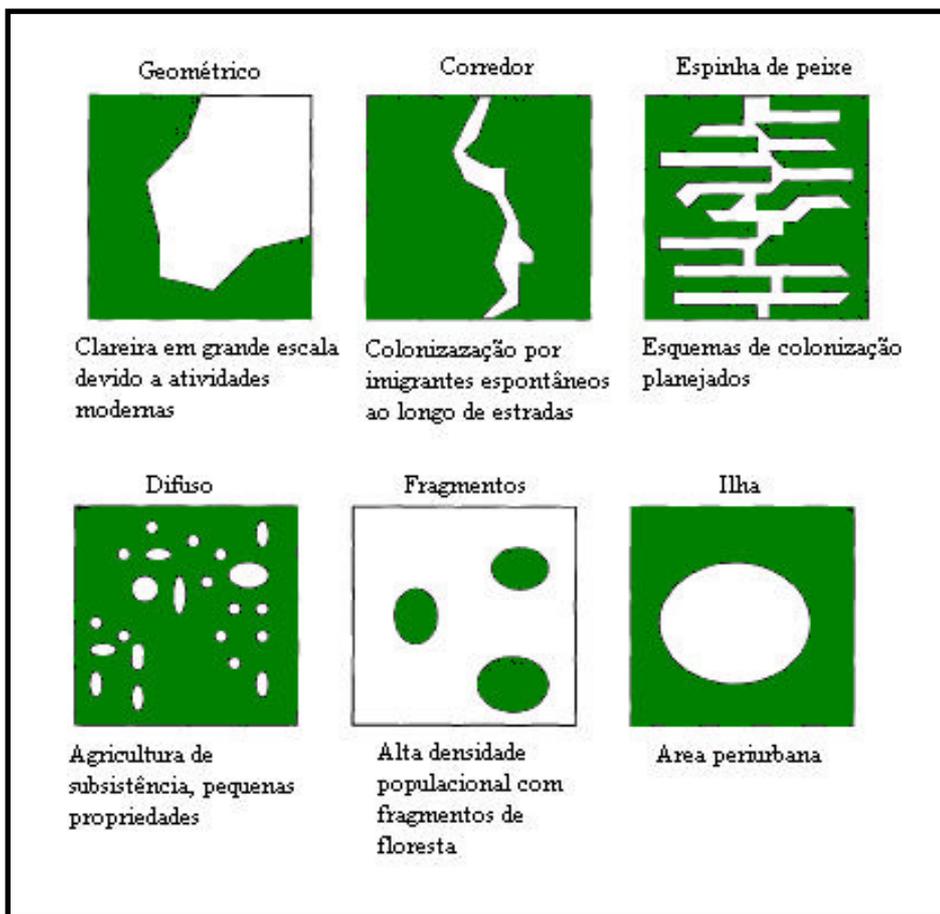
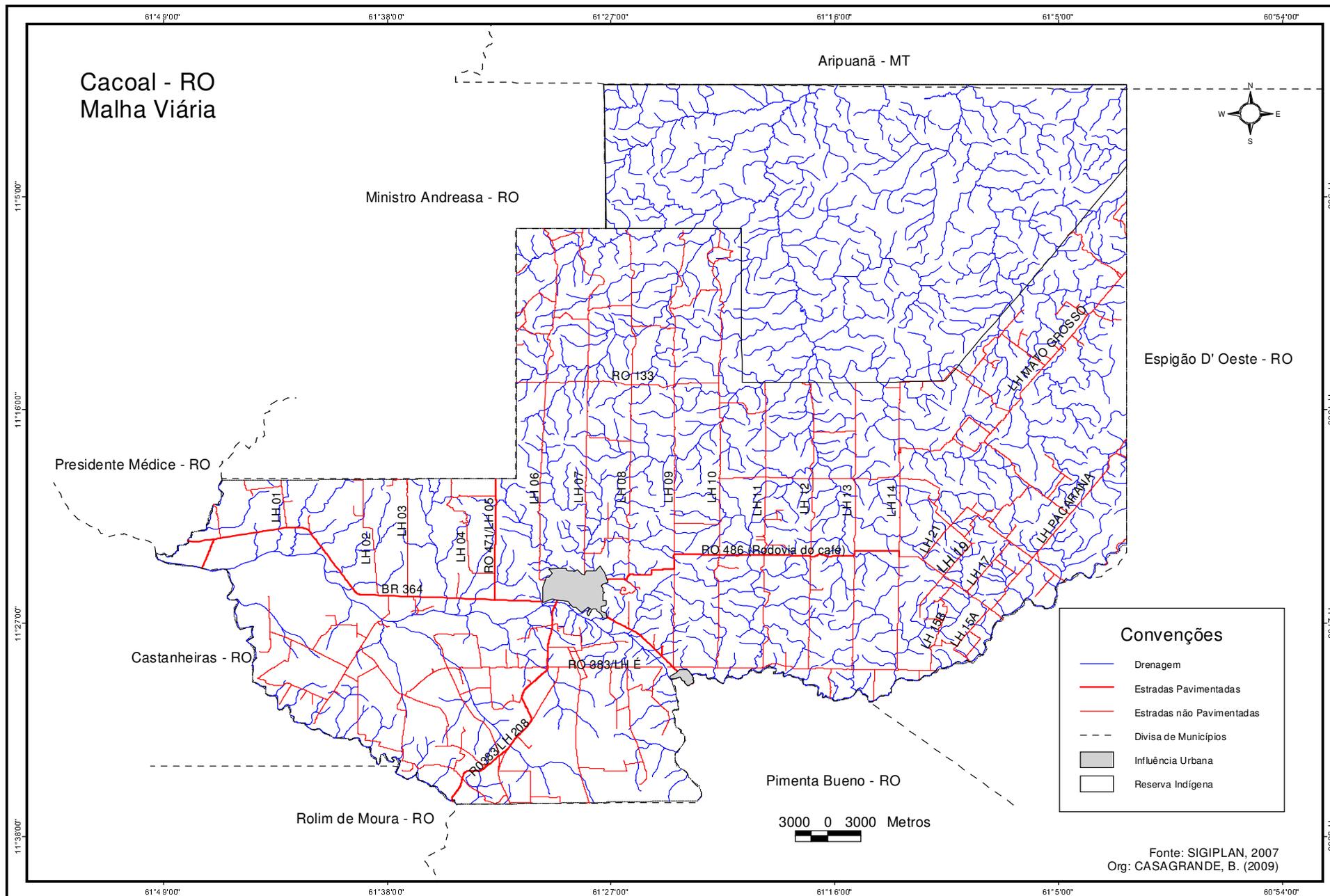


Figura: 6: Topologias de desmatamento

Fonte: Mendoza; Anderson (2005)



Mapa 7: Mapa de malha viária

Solos

O solo é um recurso básico que suporta e dá características a vegetação do local, e sobre o qual os mais diversos seres vivos sobrevivem. O solo é a maior fonte de energia para os seres vivos e, geração após geração, estes vêm usufruindo os seus recursos para alimentação e fixação (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

O estudo de solos é uma fonte de informação para explicar processos erosivos, assoreamento, características físicas, além de ser importante na implantação de obras civis, e na definição das aptidões naturais para diferentes usos. Para o planejamento ambiental é fundamental que os solos sejam tipificados em função de suas potencialidades e fragilidades frente às atividades humanas e as intempéries naturais.

Os solos têm características diferentes uns dos outros, dependendo do material de origem, ou seja, do tipo de rocha pelo qual foi formado. Eles se diferenciam na cor, textura, estrutura e profundidade, dependendo dos agentes físicos, químicos e biológicos que atuaram sobre os mesmos. A estes processos de formação do solo denomina-se pedogênese (PEDON = Solo; GÊNESE = Formação).

O levantamento de solos envolve pesquisas de gabinete, campo e laboratório, para compreender o registro de observações, análises e interpretações de aspectos do meio físico e de características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, visando à sua caracterização, classificação e principalmente, sua cartografia. Um estudo de levantamento pedológico é um prognóstico da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza de uma área de pesquisa delimitada, conforme os objetivos do estudo (IBGE, 2005).

A definição de classes de solo pode variar de acordo com os parâmetros tomados para sua classificação, sendo eles relacionados à composição química, física e granulométrica.

A classificação de solos é uma ferramenta que permite designar nomes e classes de solos, facilitando a avaliação do seu potencial, o que pode contribuir para exploração agrícola e a construção de obras civis. Depois de classificados, os solos podem ser mapeados, e relacionados com outras áreas, sem esquecer a influência das características de paisagem, clima, relevo e declividade.

Para o planejamento ambiental de um município ou região, é fundamental que os solos sejam tipificados e mapeados em função das suas potencialidades e fragilidades frente às atividades humanas e às intempéries naturais.

De acordo com a classificação de solos (EMBRAPA, 2006), os solos existentes em Cacoal são divididos em 5 classes: Argissolos, Latossolos, Neossolos, Podzólicos e Cambissolos (Mapa 8).

Argissolos - caracterizam-se pela baixa atividade da argila e são considerados de forte a moderadamente ácidos. Apresentam teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B com profundidade variável, são fortemente drenados e de cores avermelhadas a amarelados. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt.

Os Argissolos apresentam porosidade baixa a média, são geralmente suscetíveis à erosão, sobretudo quando o gradiente textural é mais acentuado e apresenta cascalho sob relevo ondulado. Nas áreas de relevo plano e levemente ondulado, os argissolos podem ser usados para plantio de pastagens e agricultura, desde que tomadas as medidas necessárias para sua correção.

Latossolos – Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos horizontes superficiais. São caracterizados pelo alto grau de intemperização, muito evoluídos com alta fertilidade. Variam

de fortemente a bem drenados, são normalmente profundos, tem seqüência de horizontes A, B e C, com poucas diferenciações.

São típicos de regiões equatoriais e tropicais, normalmente são encontrados em relevo plano e levemente ondulado, mas podem ocorrer também em relevos ondulados. São originados das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e vegetação variados.

Neossolos – São solos constituídos por material mineral com espessura de 30 cm, de difícil modificação do seu material de origem por apresentarem resistência ao intemperismo, as composições químicas e também devido ao relevo, que pode impedir ou limitar sua evolução. Apresentam horizonte B nítico abaixo do horizonte A, com textura argilosa e são, em geral, moderadamente ácidos. Estes solos apresentam o horizonte B bem espesso, com indicativo de alta expansão e contração pelo umedecimento e secagem do material de solo pelos altos teores de argila.

Podzólico - solos minerais, não hidromórficos, com horizonte subsuperficial “B”, caracterizados por apresentarem incremento de argila em relação ao horizonte superficial “A”. Podem ser considerados como solos bem desenvolvidos. Com exceção de rochas efusivas, como basalto e diabásio, podem ser derivados de inúmeros materiais geológicos.

Cambissolos - compreendem solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos. Situam-se em ambientes de encostas. Podem estar associados aos latossolos, podzólicos e solos litólicos. Devido a estas diferenças, podem ser subdivididos em rasos, pouco profundos e profundos. Quanto à fertilidade, são bastante variáveis e dependem do material de origem.

Os solos Argissolos Vermelhos Eutróficos ocupam área igual a 58848 hectares, o que corresponde a 15,12% da área total, sendo a segunda classe de solo de maior expressão em área no município. Os Latossolos Amarelos Eutróficos (Foto 9), por sua vez, ocupam área

equivalente a 34352 hectares, o que corresponde a 8,82% da área total, percentual este pouco representativo para o município.

Os Neossolos Eutróficos têm a terceira maior área do município, com 53142 hectares, que correspondem a 13,65% da área total estudada. Os solos Podzólicos Amarelos Distróficos ocupam a quarta maior área, com 47386 hectares e correspondem a 12,17% do total do município. Os Latossolos Amarelos Distróficos ocupam área igual a 27238 hectares, que correspondem, por sua vez, a 7% da área total do município.

Tabela 7 – Categorias de solos por área ocupada

ID	Categorias	Área ocupada	
		(ha)	(%)
1	Argissolo Vermelhos Eutrófico	58848,00	15,12
2	Latossolo Litólico Eutrófico	34352,00	8,82
3	Neossolo Eutrófico	53142,00	13,65
4	Podzólico Amarelo Distrófico	47386,00	12,17
5	Latossolo Amarelo Distrófico	27238,00	7,00
6	Latossolo Litólico Distrófico	152785,00	39,25
7	Cambissolo Distrófico	14451,00	3,71
8	Influencia Urbana	1098,00	0,28
TOTAL		389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

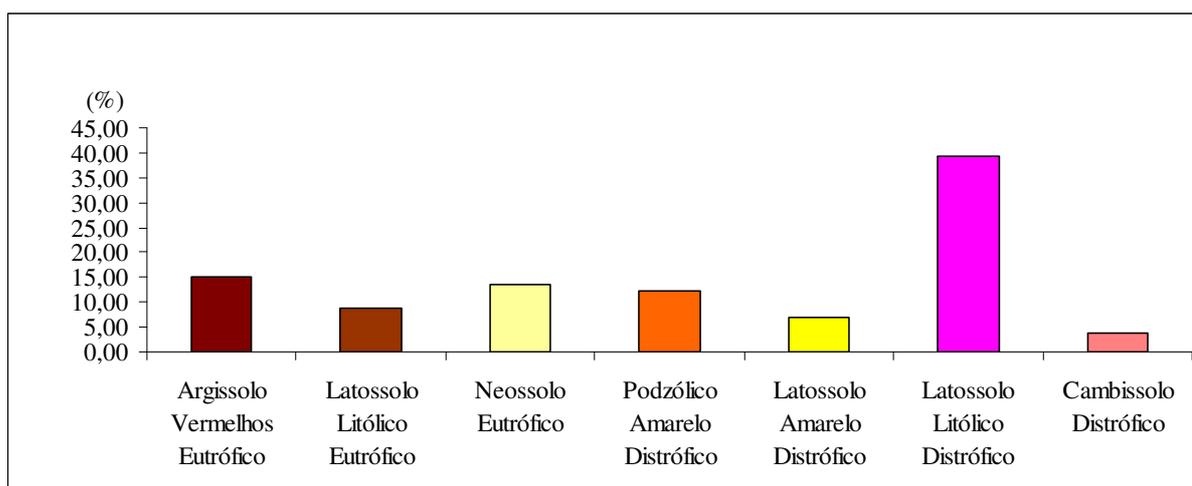


Gráfico 6 - Classes solos e percentual de área ocupada

Fonte: SIGIPLAN, 2005.

Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

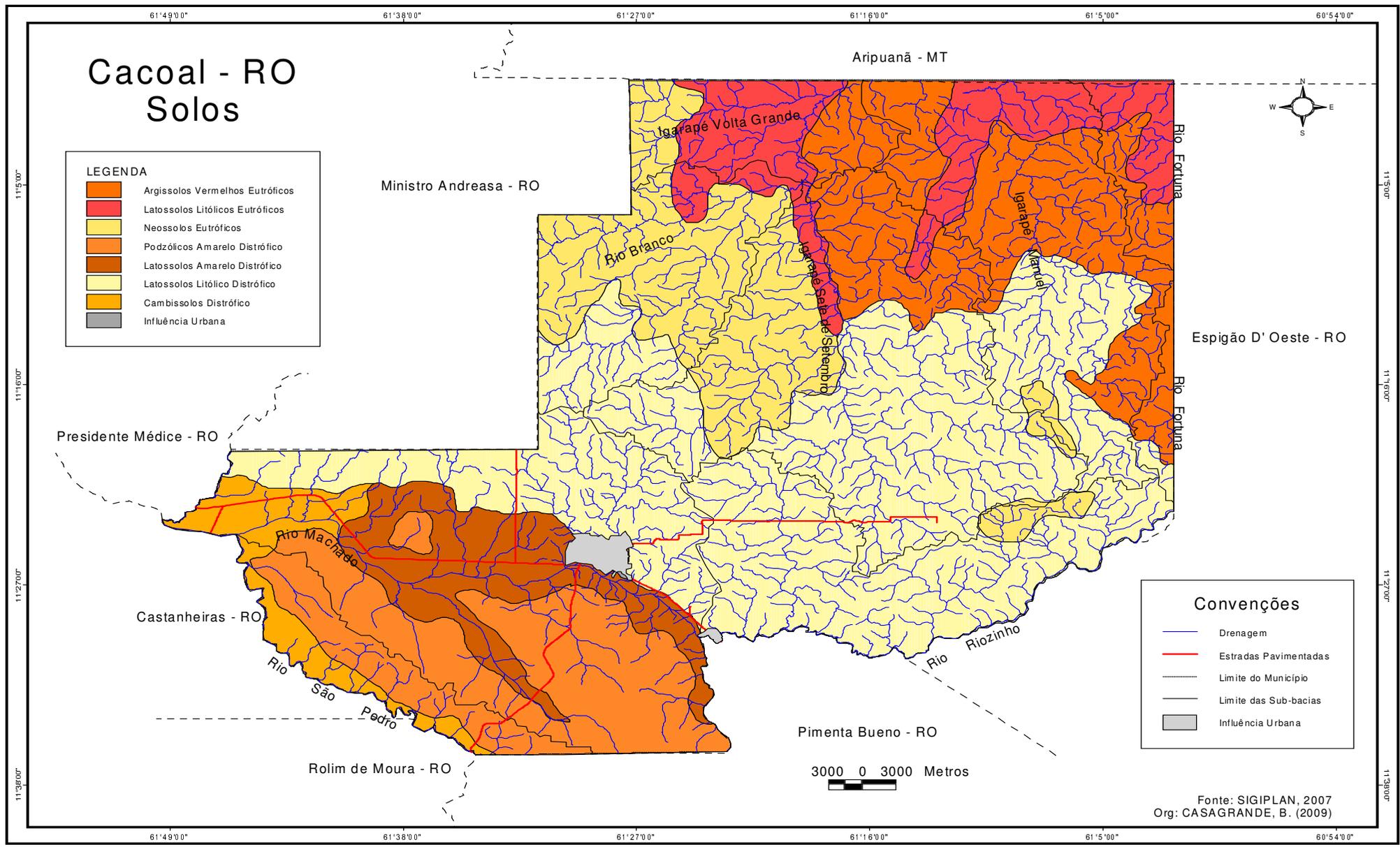


Foto 9 - Área com solo exposto, preparo par a plantio de pastagem
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

Os Latossolos Litólicos Distróficos ocupam área igual a 152785 hectares, o correspondente ao maior percentual de área ocupada do município com 39,25% da área estudada. E, por fim, os Cambissolos Distróficos, com área total de 14451 hectares correspondem a 3,71% da área total do município de Cacoal (Tabela 7; Gráfico 6; Foto 10).



Foto 10: Perfil do solo, talude beira de vias vicinais
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.



Mapa 8: Solos

4.2 – ANÁLISE DO DESMATAMENTO NO MUNICÍPIO DE CACOAL - RO

Para entendermos o desmatamento na região de colonização dirigida pelo INCRA, no município de Cacoal, deve-se fazer o estudo temporal das formas de uso antrópico e cobertura vegetal natural para identificar os tipos de usos, espacializá-los em mapas temáticos e caracterizá-los pelo uso e indícios de manejo. As informações sobre este tema devem descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e as tendências de desmatamento para fins de agricultura e pastagem na região. A atualização e monitoramento destas mudanças, muitas vezes, são realizados por meio de estudos de imagens de satélite, estudos estes acompanhados por vistorias de campo.

➤ Uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999 e 2005

Para a elaboração do mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural do município de Cacoal nos anos de 1986, 1999 e 2005, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT, sensores TM e ETM+, composição colorida 3r4b5g para o ano de 1986 e, composição colorida 3r4g5b, para os anos de 1999 e 2005. A utilização e estudo das imagens de satélites em três diferentes períodos contribuíram para a averiguação da ação antrópica no município nos últimos 20 anos (Mapas 9, 10 e 11).

As categorias de uso adotadas para elaborar o mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999 e 2005 do município de Cacoal foram: reserva indígena, vegetação natural, uso antrópico, influência urbana e corpos d'água (Tabela 8).

Tabela 8 – Áreas ocupadas por categorias de uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1986, 1999 e 2005.

Categorias	1986		1999		2005	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Reserva indígena	99644,00	25,60	99644,00	25,60	99644,00	25,60
Vegetacao natural	166034,50	42,65	87550,50	22,49	62081,50	15,95
Uso antrópico	121908,50	31,31	199349,50	51,21	224835,50	57,75
Influência urbana	929,00	0,24	2021,00	0,52	2043,00	0,52
Corpus d' água	784,00	0,20	735,00	0,19	696,00	0,18
Total	389300,00	100,00	389300,00	100,00	389300,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

O uso por reservas indígenas é considerado como aquele que apresenta terras ocupadas por índios, com interesse de habitação em caráter permanente, utilizando-as para suas atividades produtivas, sendo imprescindível a preservação dos recursos ambientais necessários ao seu bem-estar e a sua reprodução física e cultural, segundo sua cultura. No caso do município de Cacoal, a reserva indígena possui área igual 99640,00 hectares, o que corresponde a 25,60% da área total do município (Tabela 8). Porém, a reserva indígena em questão, vai além dos limites do município de Cacoal e até do estado de Rondônia, sendo toda a área ocupada por vegetação tipo floresta amazônica (Foto 10).

A vegetação natural encontrada no município corresponde à vegetação de porte arbóreo como a mata ombrófila densa e aberta, compreendendo também as matas de galeria. A vegetação natural de Cacoal, no ano de 1986, ocupava área de 166034,5 hectares, sendo neste período, correspondente a 42,65% da área total do município. No entanto, no ano de 1999, a área de vegetação natural caiu para 87550,5 hectares, o correspondente a 22,49% da área municipal. No ano de 2005, observa-se um decréscimo ainda maior na área de vegetação natural chegando a atingir 62055,5 hectares que correspondem a apenas 15,95% da área total do município. Nestes 19 anos de acompanhamento constata-se que o município sofreu um decréscimo em sua vegetação natural de 37,37% (Tabela 8; Mapa 12, 13 e 14).



Foto 10: Floresta amazônica
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.



Foto 11: Culturas anuais
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.



Foto 12: Culturas perenes
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

A categoria de corpos d'água corresponde aos remanescentes de água utilizados por humanos e animais, dentre eles: rios, lagos e açudes (Foto 15). No município de Cacoal, esta categoria corresponde a 696 hectares (0,20%) de sua área total.



Foto 13: Pastagens
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.



Foto 14: Influencia urbana
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

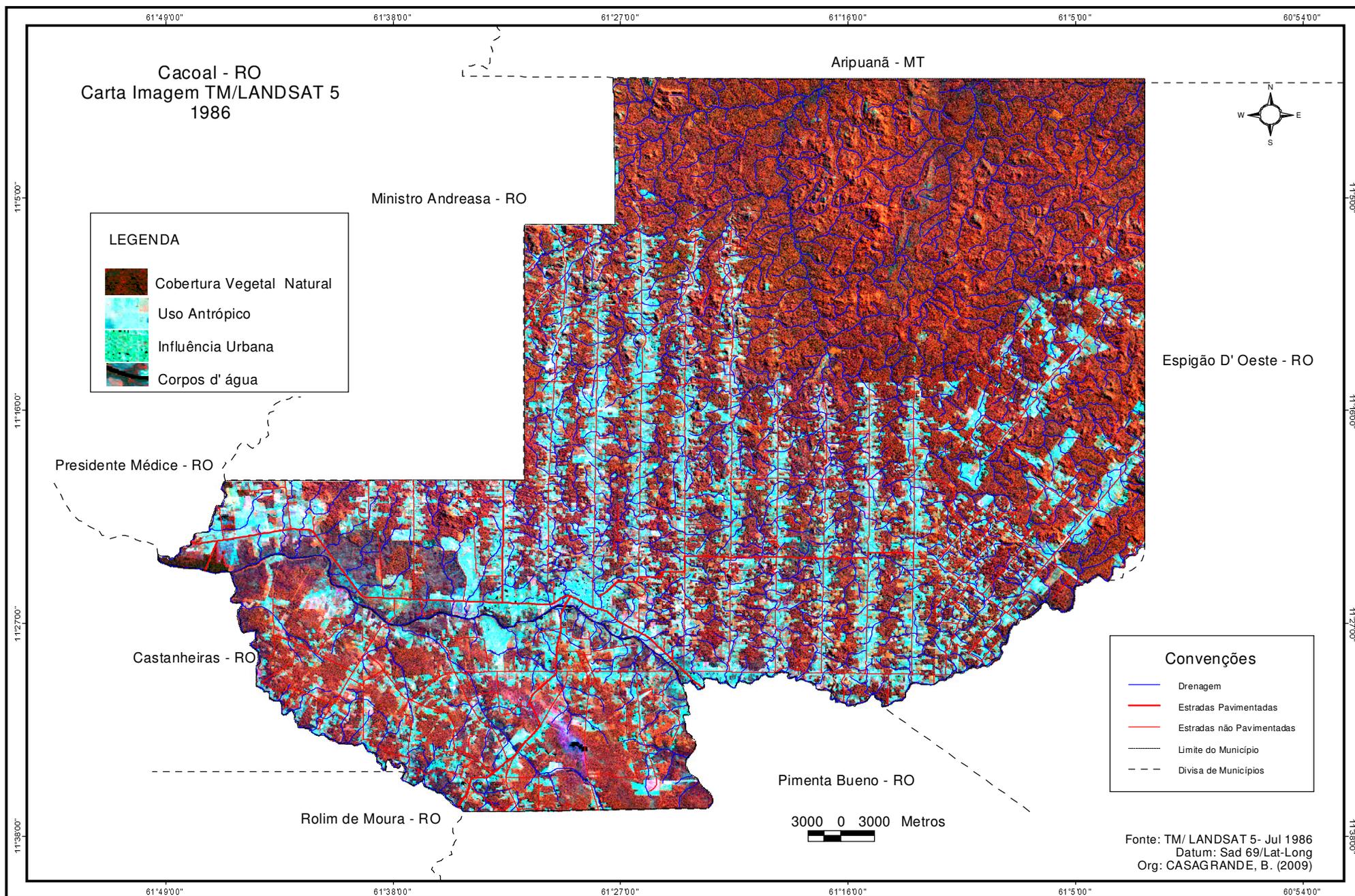


Foto 15: Rio Machado
Autor: CASAGRANDE, B. 2008.

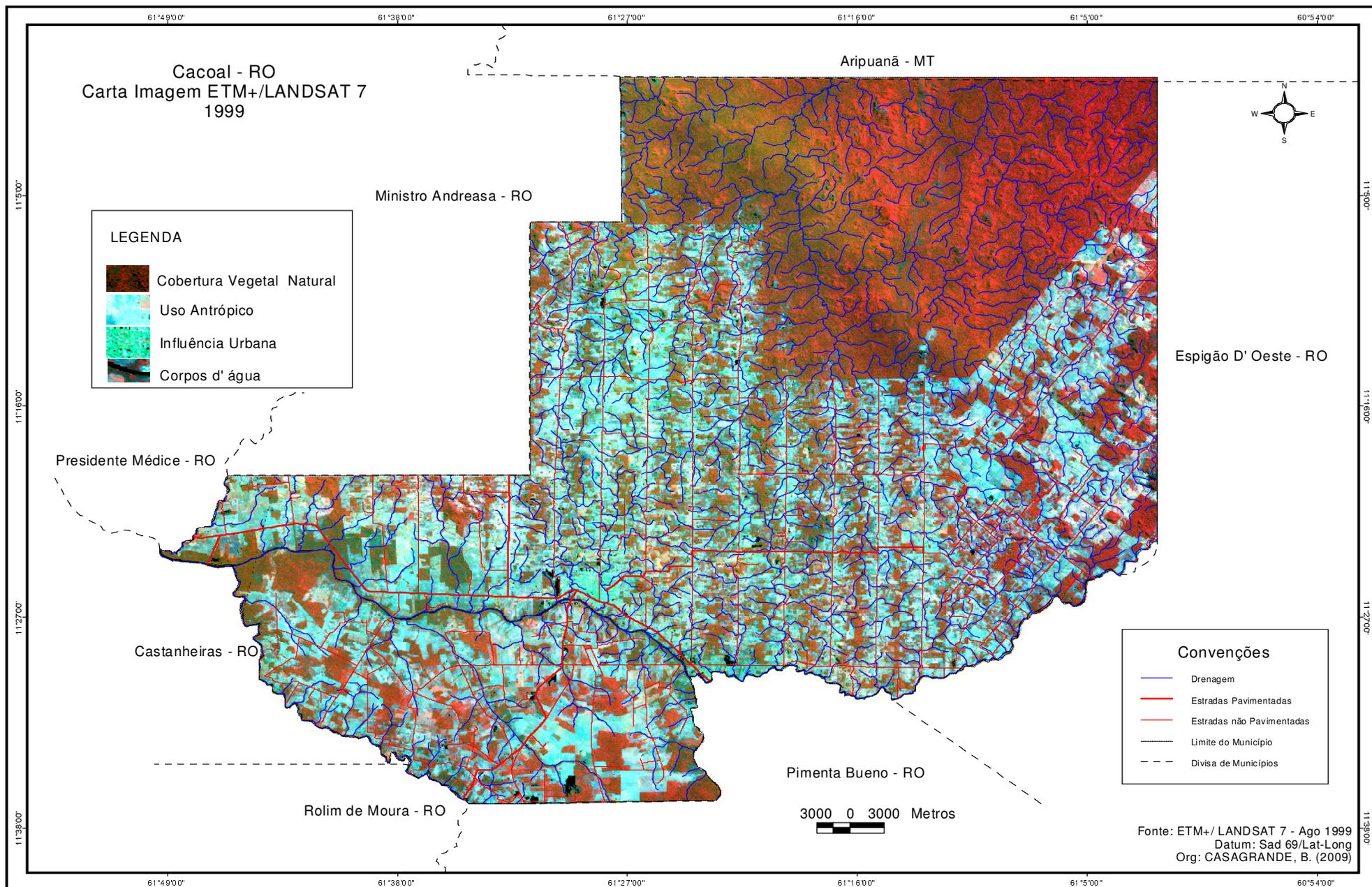
O uso antrópico descrito para os anos de 1986, 1999 e 2005 refere-se a áreas de cultivo de culturas anuais e perenes, além de pastagens (Fotos 11, 12, 13 e 14). Estas áreas aparecem na imagem de satélite com cores em tons de azul-claro dependendo do estágio de maturação da cultura (Mapa 9, 10 e 11).

Neste período, na mesma proporção em que a vegetação natural diminui o uso antrópico aumentou. No ano de 1986, a área de uso antrópico correspondia a 121908,5

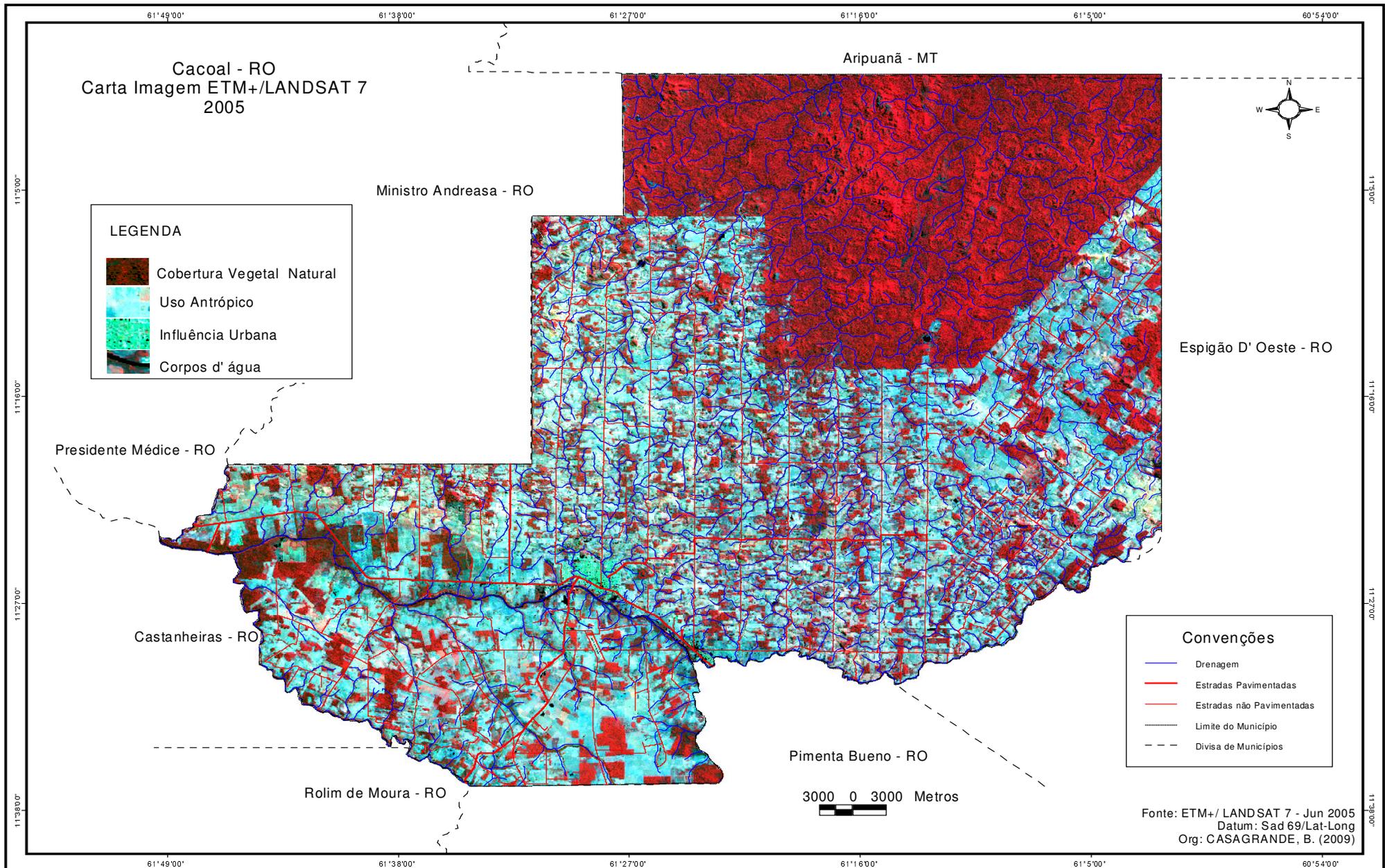
hectares, ou seja, 31,31% da área total do município. No ano de 1999, por sua vez, a área de uso antrópico aumentou para 199345,5 hectares, o correspondente a 51,21% da área municipal. Por fim, no ano de 2005, esta categoria de uso chegou a cobrir uma área de 224835,5 hectares, valor correspondente a 57,35% da área total do município de Cacoal. Assim, verifica-se que a área de uso antrópico aumentou em 54,22% no decorrer do período analisado, o que comprova que ocorreu um forte desmatamento para plantio de culturas anuais e perenes, além de pastagens (Tabela 8; Mapa 12, 13 e 14).



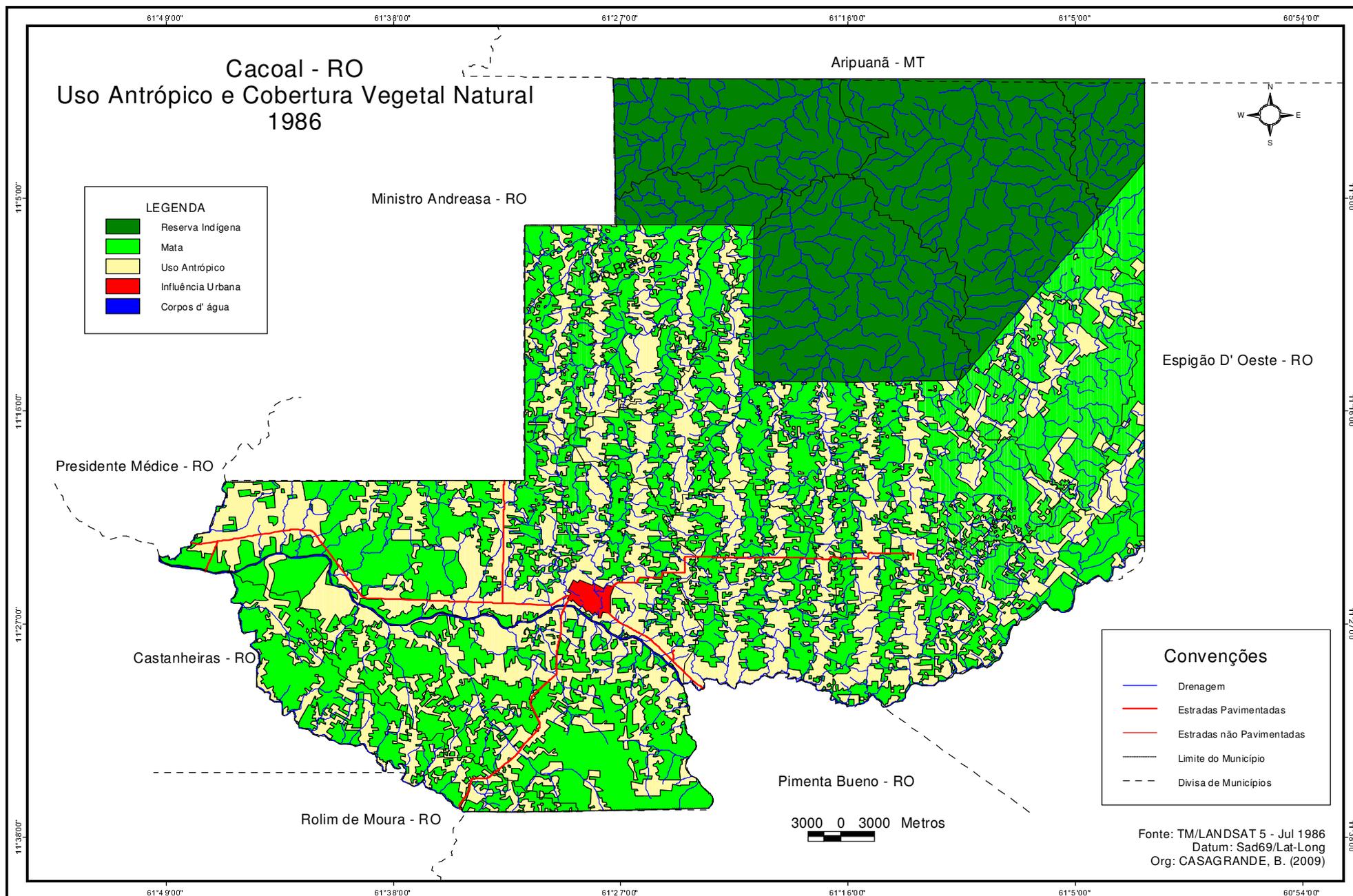
Mapa 9: Carta imagem de 1986



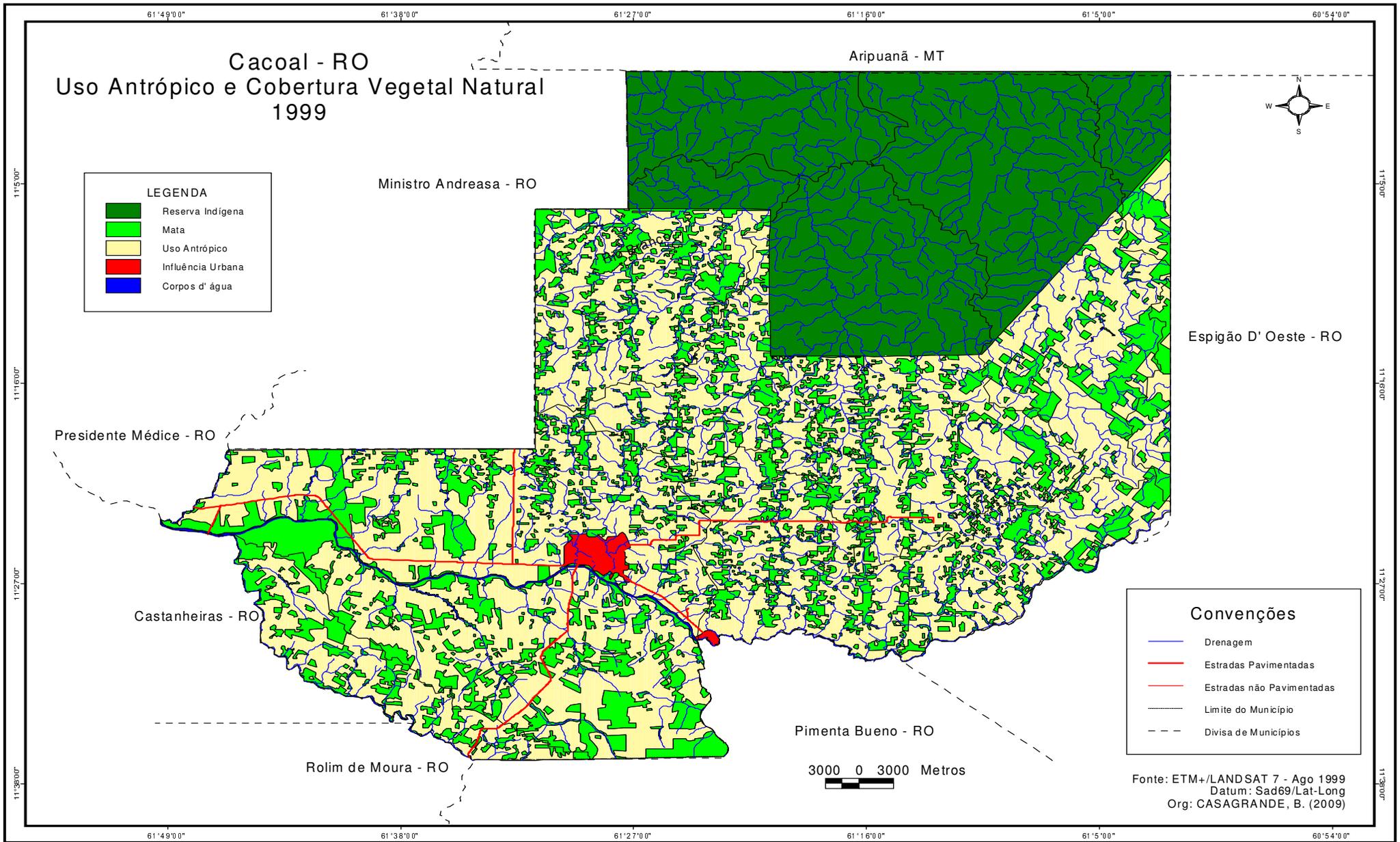
Mapa 10: Carta imagem de 1999



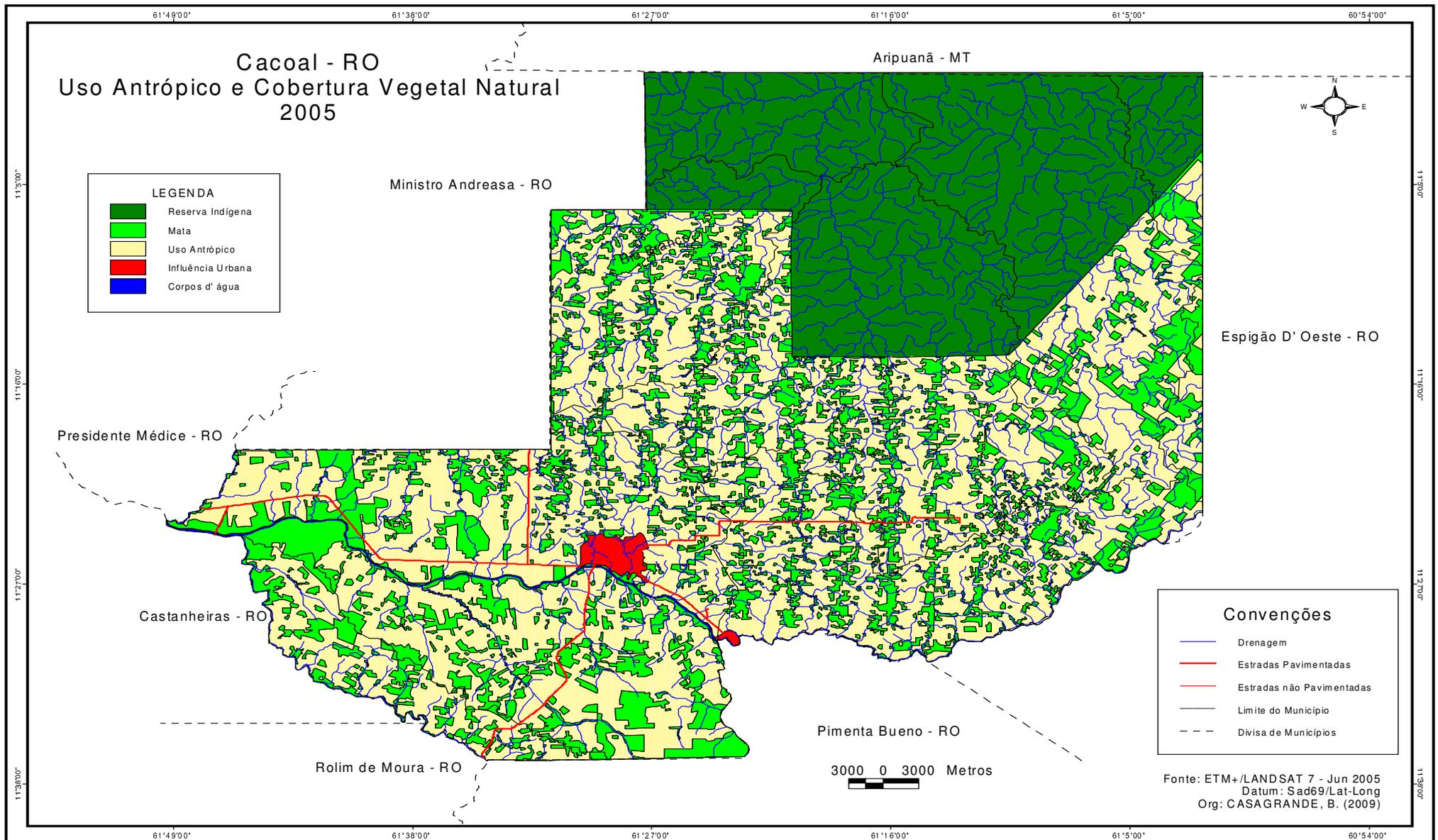
Mapa 11: Carta imagem de 2005



Mapa 12: Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1986



Mapa 13: Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 1999



Mapa 14: Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 2005

➤ **Uso antrópico e cobertura vegetal natural por sub-bacias hidrográficas no ano de 2007.**

Para a elaboração do mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural por sub-bacias hidrográficas do município de Cacoal – RO, no ano de 2007, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT, sensor ETM+, composição colorida 3r4b5g (Mapa 16).

As categorias de uso adotadas para elaborar o mapa de uso antrópico e cobertura vegetal do município de Cacoal, no ano de 2007, foram as mesmas do uso antrópico e cobertura vegetal natural dos anos de 1986, 1999 e 2005, com exceção apenas da categoria de uso antrópico que sofreu uma subdivisão em outras duas categorias: agricultura e pastagens.

De acordo com o mapa 15, tabela 9 e gráfico 7, o uso antrópico e cobertura vegetal natural nas oito sub-bacias hidrográficas do município de Cacoal, no ano de 2007, se encontra ocupado da seguinte forma: a primeira bacia, do rio Fortuninha, apresenta 47,08% de sua área ocupada por reserva indígena, 15,95% por mata nativa, 2,29% por agricultura e 34,67% por pastagens. A bacia do rio Branco, segunda bacia em questão, possui 16,90% de área ocupada por reserva indígena, 13,15% por mata nativa, 2,60% por agricultura e 67,15% pela categoria de pastagens. A bacia do igarapé Manoel, terceira bacia do município, tem mais de 50,00% de sua área ocupada por reserva indígena, mais 10,00% de área de mata nativa, menos de 1,00% de agricultura e pouco mais de 30,00% ocupado por áreas de pastagens.

Tabela 9 – Áreas ocupadas por categorias de uso antrópico e cobertura vegetal natural nas sub-bacias hidrográficas no ano de 2007

ID	Sub - bacias	Reserva Inígena		Mata		Agricultura		Pastagem		Influência Urbana		Água	
		hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%
1	Rio Fortuninha	7.220,31	47,08	2.445,46	15,95	350,21	2,29	5.315,93	34,67	-	-	0,10	0,01
2	Rio Branco	6.515,43	16,90	5.013,02	13,15	988,72	2,60	25.587,63	67,15	-	-	0,20	0,02
3	Igarapé Manuel	35.694,70	57,70	5.826,08	9,45	422,72	0,68	19.764,35	32,02	-	-	0,15	0,02
4	Igarapé Volta Grande	21.835,87	99,77	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	0,01
5	Rio Machado	-	-	18.277,58	18,15	719,28	0,71	78.660,98	78,12	2.085,76	2,07	944,38	0,95
6	Rio são Pedro	-	-	4.192,35	23,40	-	-	13.717,65	76,60	-	-	0,15	0,02
7	Riozinho	-	-	7.103,17	15,10	1.340,17	2,85	38.156,67	81,14	429,00	0,91	0,12	0,01
8	Igarapé Sete de Setembro	30.314,13	34,96	7.357,80	8,47	1.468,14	1,69	47.551,80	54,87	-	-	0,12	0,01

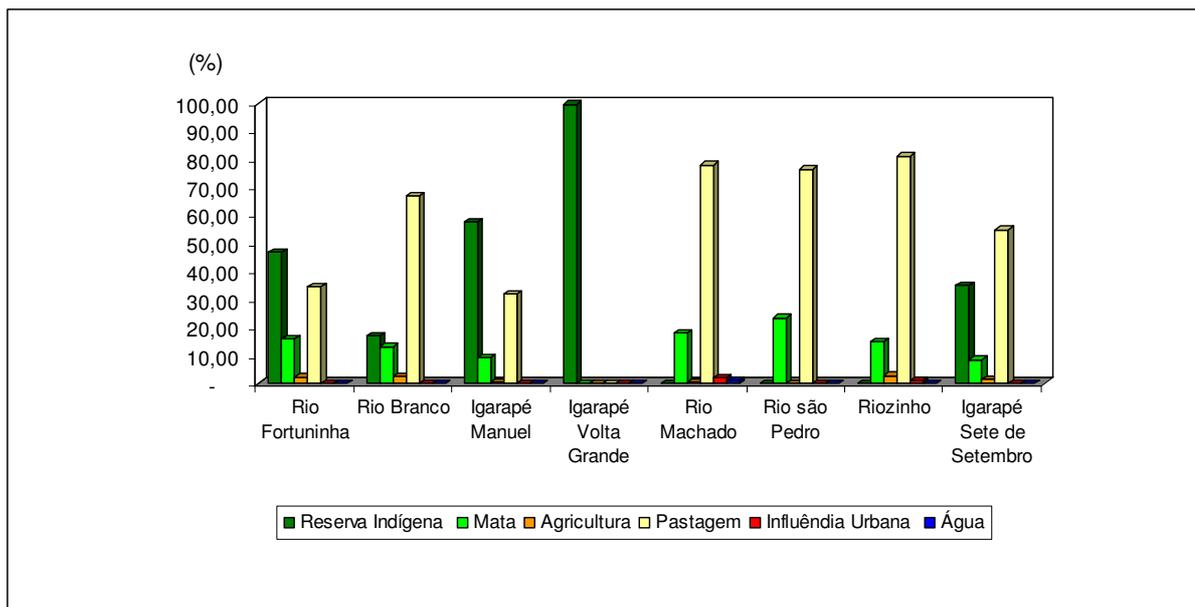


Gráfico 7 – Percentual de área ocupada de uso antrópico e cobertura vegetal natural x bacia hidrográfica

Fonte: Mapa de uso antrópico e cobertura vegetal, 2007 .

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

A quarta bacia do município é a do Igarapé Volta Grande que tem praticamente 100,00% de sua área ocupada pela categoria de reserva indígena. A quinta bacia, bacia do rio Machado, a de maior área dentre todas as bacias no município, possui pouco mais de 18,00% de mata nativa, 0,70% de agricultura, mais de 78,00% com pastagens e comporta também a área de influência urbana do município. A sexta bacia é a bacia do rio São Pedro que possui mais de 23,00% de mata nativa, não possui agricultura pelo fato do solo ser mais propício ao cultivo de pastagens, categoria esta que ocupa o equivalente a quase 80,00% da área total da bacia. A sétima bacia, a bacia do Riozinho onde existe um distrito, apresenta mais de 15,00% de mata, quase 3,00% de agricultura e mais de 80,00% de sua área coberta pela categoria de pastagens. Por fim, a oitava bacia, bacia do Igarapé de Sete de Setembro, apresenta 35,00% de área na reserva indígena, quase 10,00% de mata nativa, quase 2,00% de área com agricultura e mais de 50,00% recoberta por áreas de pastagens.

O uso mais evidente no município é representado pela categoria de pastagens. Este volume do uso por pastagem, existente na região, se explica pelo fato de que os colonos foram

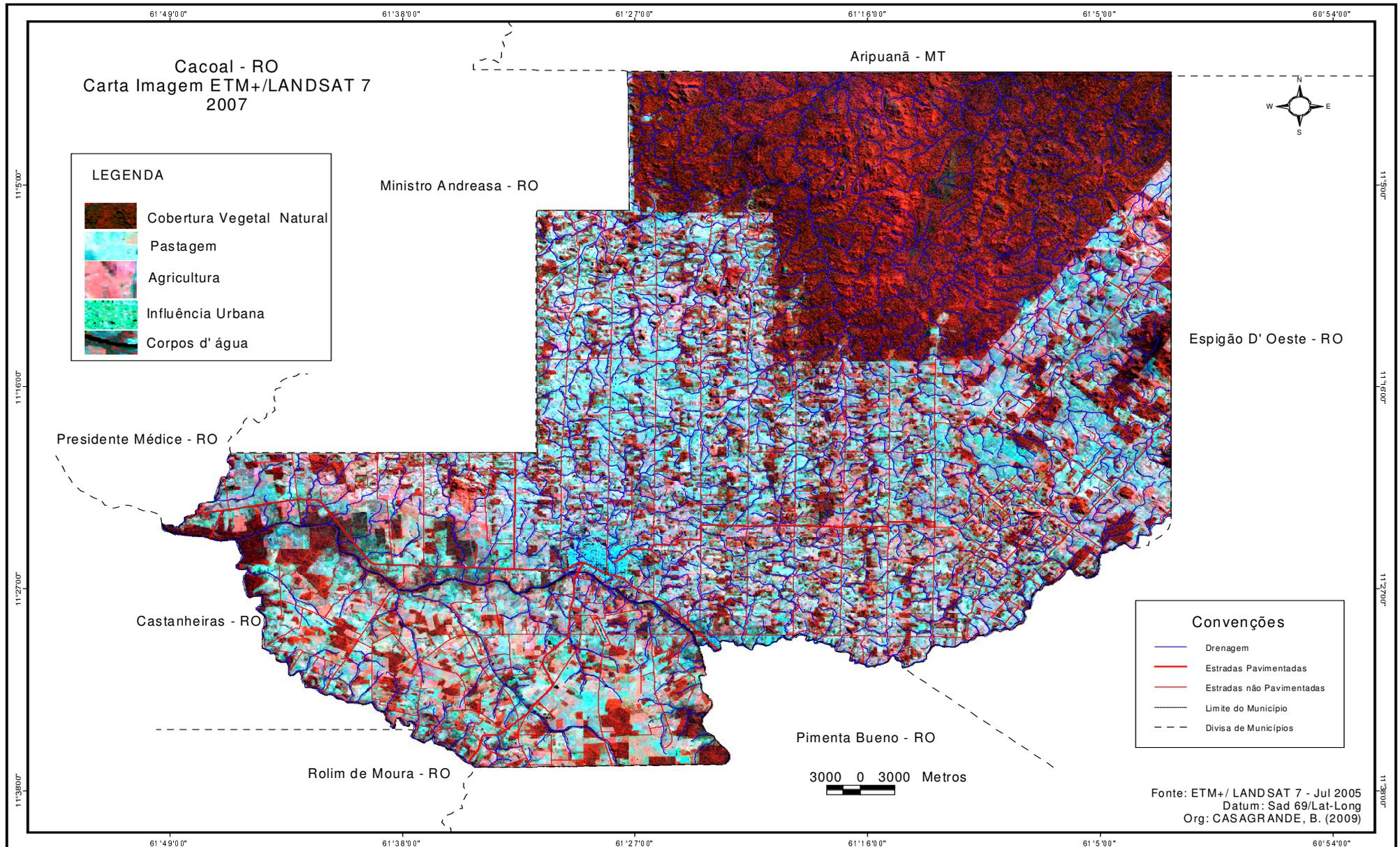
obrigados a buscar novos mecanismos para fixação no campo, pois os investimentos prometidos pelo governo foram boicotados logo no início do processo de colonização da região. Tal fato conduziu a uma degradação paulatina das condições sociais. Apesar disso, a experiência de colonização é uma realidade latente, Cacoal é um município que representa este fato de forma bastante evidente.

Tabela 10 – Área ocupada por uso antrópico e cobertura vegetal natural do ano de 2007 com e sem área de reserva indígena

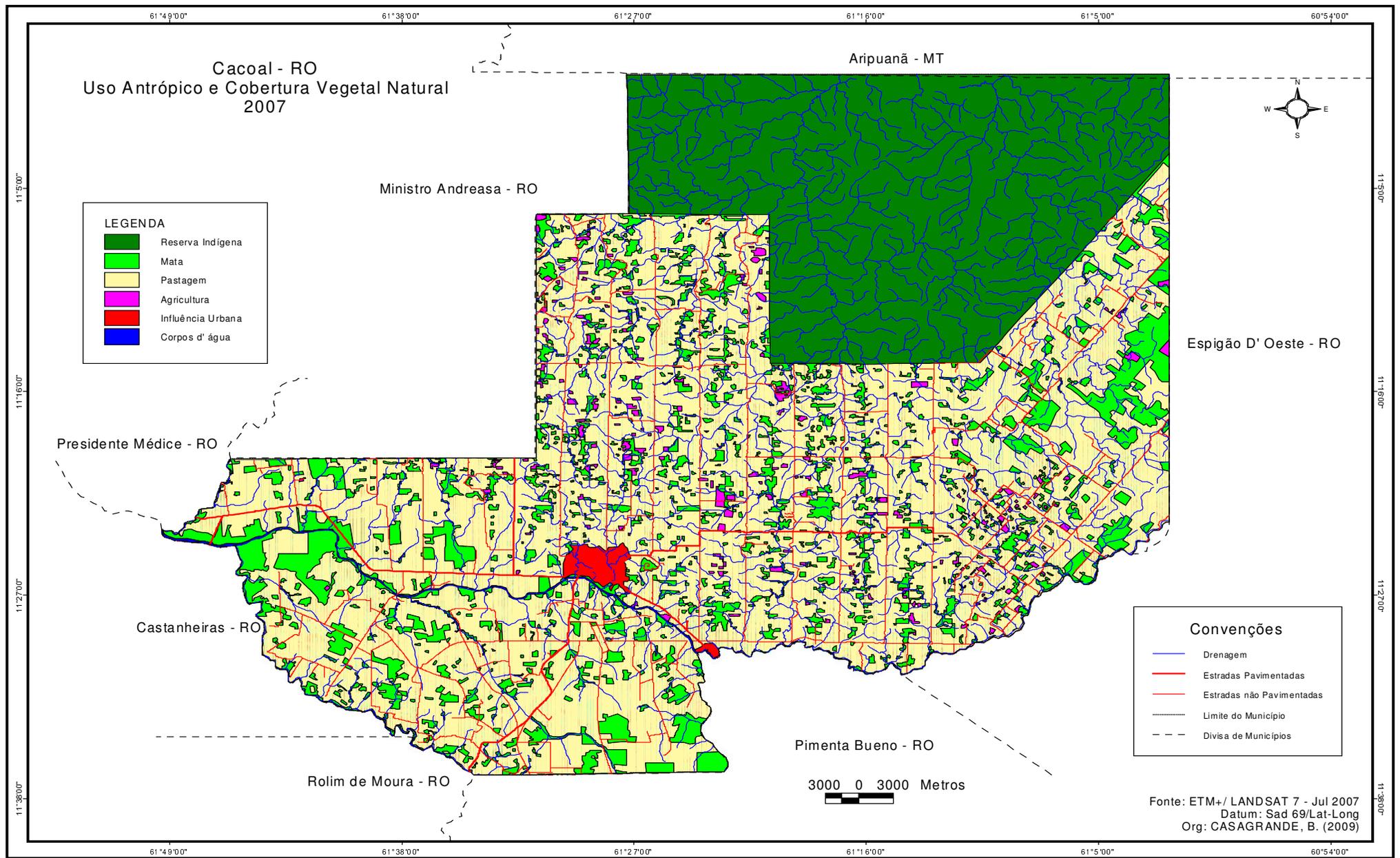
Categorias	Com Reserva Indígena		Sem Reserva Indígena	
	hectares	(%)	hectares	(%)
Reserva indígena	99.644,00	25,60	-	-
Mata	50.215,46	12,90	50215,46	17,34
Agricultura	5.289,24	1,36	5289,24	1,83
Pastagens	228755,01	58,76	228755,01	78,97
Influência Urbana	2.514,76	0,65	2514,76	0,87
Água	945,35	0,24	945,35	0,33
Total	389.300,00	100,00	289.656,00	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

De acordo com os dados da pesquisa referentes às imagens de satélites do ano de 2007, as pastagens aparecem em mais de 55% da área total do município. Este percentual é atingido se for considerada a área de reserva indígena, pois quando não se considera esta área, o percentual de cobertura de uso por pastagem aumenta de 58,76% para quase 78,97% da área total do município, somando-se também as áreas de agricultura e vegetação natural. Contudo, estes dados revelam que, ao se considerar a área de reserva indígena, o desmatamento ocorreu em 60,75% da área total do município e, se a área de reserva indígena não for considerada, o desmatamento já atingiu 81,70% da área total do município de Cacoal. Pode se concluir, desta forma, que a reserva é um importante limitante do desmatamento na região (Tabela10).



Mapa 15: Carta imagem de 2007



Mapa 16: Uso antrópico e cobertura vegetal natural de 2007

➤ **Uso antrópico e cobertura vegetal natural, 2007 x malha viária**

De acordo com o buffer realizado com os dados da malha viária secundária e o uso antrópico e cobertura vegetal natural do ano de 2007, e o cruzamento destes dados, foi possível perceber que, a uma distância de 1000 metros após as estradas, temos 86,46% da área total ocupada pela ação antrópica com áreas de uso recobertas por pastagens, agricultura e aglomerados urbanos. Apenas 13,54% são de áreas naturais como mata, reserva indígena e corpos d'água (Tabela 11).

Tabela 11 – Uso antrópico e cobertura vegetal natural, 2007 X Malha viária

Uso da terra e cobertura vegetal, 2007 X Malha viária	Área	
	ha	%
Reserva Indígena	2997,80	1,66
Mata	20167,62	11,14
Agricultura	3170,25	1,75
Pastagem	151055,95	83,46
Influência Urbana	2269,16	1,25
Água	1341,43	0,74
Total	181002,18	100,00

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

O que se destaca, neste contexto, é que a rede viária, construída com a implantação dos grandes projetos de colonização, colaborou com a ocupação dos colonos e, por consequência, proporcionou o desmatamento acelerado das florestas, visto que, nos locais antes ocupados por mata nos anos de 1970, agora nos anos de 2000, prevalece quase 90% da área ocupada por algum tipo de uso antrópico.

➤ **Uso antrópico e cobertura vegetal natural do município de Cacoal, 2007 x Solos**

O uso antrópico e cobertura vegetal natural de uma localidade é resultado do tipo de solo, devido à aptidão de uso que este possa apresentar. Os dados do cruzamento do mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural e solos foram importantes para mostrar o tipo de uso do município de Cacoal-RO.

Foi realizado um cruzamento de dados entre o mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural, do ano de 2007, e o mapa de solos do município de Cacoal. Os resultados apresentados a partir das oito sub-bacias pertencentes ao município de Cacoal, está descrito a seguir.

Bacia do rio Fortuninha

A bacia do rio fortuninha tem mais de 45% de sua área inserida dentro da área de reserva indígena. Contudo, os outros 55% de sua área é de uso por parte dos colonos ali instalados. Cerca de 40% da área utilizada pelos colonos são de pastagens, sendo estas inseridas em áreas de solos do tipo Argissolos Vermelho Eutróficos (21,70%), Latossolos Litólicos Eutróficos (4,82%), Podzólicos Amarelo Distróficos (2,07%) e Latossolo Litólico Distróficos (7,285%). Percebem-se ainda, nestes solos, pequenas quantidades de matas como áreas de reservas (Tabela 12)

Tabela 12 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Fortuninha

Uso da terra e Cobertura Vegetal X Solos	Bacia do Rio Fortuninha							
	Argissolos Vermelhos Eutróficos		Latossolos Litólicos Eutróficos		Podzólico Amarelo Distróficos		Latossolo Litólico Distróficos	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	2134,87	13,92	4988,75	32,54	0,00	0,00	0,00	0,00
Mata	2013,14	13,13	257,62	1,68	171,26	1,12	131,82	0,86
Agricultura	134,92	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	3326,44	21,70	739,39	4,82	316,99	2,07	1116,80	7,28
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	7609,38	49,63	5985,76	39,04	488,24	3,18	1248,62	8,14

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio Branco

A bacia do rio Branco apresenta 16,5 % de sua área inseridos dentro da área de reserva indígena. O restante de suas terras é ocupado por pastagem, agricultura e mata, com maior área encontradas em solos do tipo neossolos eutróficos, seguidos por latossolos litólicos eutróficos e distróficos (Tabela 13).

Tabela 13 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Branco

Uso da terra e Cobertura Vegetal X Solos	Bacia do Rio Branco					
	Latosolos Litólicos Eutróficos		Neossolos Eutróficos		Latosolos Litólicos Distróficos	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	2887,01	7,58	3408,10	8,94	0,00	0,00
Mata	0,09	0,00	3762,87	9,87	1025,92	2,69
Agricultura	0,00	0,00	377,07	0,99	226,14	0,59
Pastagem	44,69	0,12	18182,79	47,72	8190,32	21,49
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2931,79	7,69	25730,83	67,53	9442,39	24,78

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio Manuel

A bacia do igarapé Manuel apresenta 60% de sua área dentro da reserva indígena Sete de Setembro, sendo 5% de mata em solos tipo argissolos vermelho eutróficos, menos de 1% de mata em áreas de neossolos eutróficos e 2% em terras de latossolo litólico distrófico. A agricultura é quase ausente, com apenas 0,19% em solos argissolos vermelhos eutróficos. As pastagens, por sua vez, têm maior expressão na bacia, com cerca de 7% de área ocupada em solos tipo argissolos vermelho eutrófico e 25% em latossolos litólicos distróficos (Tabela 14).

Tabela 14 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do Igarapé Manuel

Bacia do Igarapé Manuel								
Uso da terra e Cobertura Vegeta X Solos	Argissolos Vermelho		Latossolos Litólicos		Neossolos		Latossolo Litólico	
	Eutróficos		Eutróficos		Eutróficos		Distróficos	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	24087,61	39,03	9541,92	15,46	0,00	0,00	2934,08	4,75
Mata	3395,17	5,50	0,00	0,00	157,51	0,26	1395,70	2,26
Agricultura	118,93	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	51,23	0,08
Pastagem	4280,76	6,94	0,00	0,00	98,04	0,16	15647,05	25,36
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	31882,47	51,66	9541,92	15,46	255,55	0,42	20028,06	32,45

Autor: CASAGRANDE, B. 2007.

Bacia do rio Volta Grande

A bacia do rio Volta Grande está totalmente inserida dentro da reserva indígena Sete de Setembro e, por isso, tem sua área com 100% de reserva em solos do tipo Argissolos vermelho eutróficos (25,07%), Latossolos litólicos eutróficos (52,14%) e Neossolos eutróficos (22,78%). Este fato é um indicador de que reservas legais são limitantes para o desmatamento na região, como já comentado anteriormente (Tabela 15).

Tabela 15 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Volta Grande

Bacia do Rio Volta Grande							
Uso da terra e Cobertura Vegeta Natural X Solos	Argissolos Vermelho		Latossolos Litólicos		Neossolos Eutróficos		
	Eutróficos		Eutróficos				
	hectares	%	hectares	%	hectares	%	
Reserva Indígena	5474,77	25,07	11386,38	52,14	4974,85	22,78	
Mata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pastagem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total	5474,77	25,07	11386,38	52,14	4974,85	22,78	

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio Machado

A bacia do rio Machado é a maior bacia em extensão e também uma das mais importantes bacias do município, não apresentando área de reserva indígena em seu

perímetro. As matas existentes nesta bacia estão inseridas em áreas de solos Latossolo amarelo distrófico e Latossolo litólico distrófico. Apresentam também áreas recobertas pelas categorias de uso por agricultura e pastagens nos mesmos solos citados. As pastagens se destacam como o uso de maior expressão nesta bacia, com quase 50% em áreas de solos do tipo Latossolo amarelo distrófico e, praticamente 30%, em áreas de solo Latossolo litólico distrófico. Nesta bacia, encontra-se também a maior área de influência urbana do município (Tabela 16).

Tabela 16 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Machado

Bacia do Rio Machado						
Uso da terra e Cobertura Vegetal X Solos	Latossolo Amarelo Distrófico		Latossolo Litólico Distrófico		Influência Urbana	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
	Reserva Indígena	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mata	12182,11	12,10	6344,37	6,30	0,00	0,00
Agricultura	92,13	0,09	481,01	0,48	0,00	0,00
Pastagem	49702,85	49,36	30130,43	29,92	0,00	0,00
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	1755,11	1,74
Total	61977,09	61,55	36955,81	36,70	1755,11	1,74

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio São Pedro

A bacia do rio São Pedro não possui área de agricultura, pois as características físicas de suas terras não favorecem a este uso. Porém, a categoria de uso por pastagens aparece expressivamente com quase 52% de área ocupando solos do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, 1% em solos do tipo Latossolo Litólico Distrófico e quase 25% em solos do tipo Cambissolo Distrófico (Tabela 17).

Tabela 17 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio São Pedro

Bacia do Rio São Pedro						
Uso da terra e Cobertura Vegeta Natural X Solos	Latossolo Amarelo Distrófico		Latossolo Litólico Distrófico		Cambissolo Distrófico	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mata	2283,42	12,75	503,44	2,81	1291,49	7,21
Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	9227,82	51,52	167,92	0,94	4435,91	24,77
Influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	11511,24	64,27	671,37	3,75	5727,39	31,98

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio Riozinho

A bacia do rio Riozinho possui em seu perímetro uma área de influência urbana (distrito), que corresponde a 0,37% da área da bacia, além da presença das categorias de mata, agricultura e pastagem. As pastagens novamente são destaque no tipo de uso, dessa vez, da bacia em questão, aparecendo com mais de 80% de área ocupada em solos do tipo Latossolo litólico distrófico e quase 4% de área ocupada em solo do tipo latossolo amarelo eutrófico. As áreas de agricultura são pouco representativas, ou seja, quase 2% de área ocupada no solo do tipo latossolo litólico. Ainda em áreas de latossolo litólico, as matas aparecem com mais de 13% de área ocupada na bacia (Tabela 18).

Tabela 18 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Riozinho

Bacia do Igarapé Riozinho						
Uso da terra e Cobertura Vegetal X Solos	Neossolos		Latossolo amarelo		Latossolo Litólico	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mata	370,04	0,79	0,00	0,00	6159,40	13,10
Agricultura	92,28	0,20	0,00	0,00	822,36	1,75
Pastagem	1720,02	3,66	6,27	0,01	37679,47	80,12
Influência Urbana	0,00	0,00	3,58	0,01	175,59	0,37
Total	2182,34	4,64	9,85	0,02	44836,82	95,34

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Bacia do rio Sete de Setembro

A bacia do rio Sete de Setembro é a única bacia que está totalmente inserida no município de Cacoal, possuindo quatro tipos de solos, sendo eles: latossolos litólicos eutróficos, neossolos eutróficos, podzólicos amarelo distróficos e latossolos litólicos distrófico.

Quase 34% da área da bacia são ocupadas pela reserva indígena. Deste total, quase 2% de agricultura se encontram em áreas de solos do tipo latossolo litólico distrófico e 0,15% em solos do tipo podzólicos amarelo distróficos. As pastagens aparecem também nos tipos de solos citados anteriormente, porém, com 44% de área ocupada em latossolo litólico distrófico e 13% em solos do tipo podzólicos amarelo distróficos (Tabela 19).

Tabela 19 - Área ocupada pelas categorias de solos e uso de 2007, na bacia do rio Sete de Setembro

Uso da terra e Cobertura Vegeta Natural X Solos	Bacia do Igarapé Sete de Setembro							
	Latosolos Litólicos Eutróficos		Neossolos Eutróficos		Podzólico Amarelos Distróficos		Latosolos Litólicos Distróficos	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%	hectares	%
Reserva Indígena	15392,80	17,76	2925,63	3,37	4923,75	5,68	5700,22	6,58
Mata	0,00	0,00	0,00	0,00	1634,15	1,89	5118,77	5,90
Agricultura	0,00	0,00	0,00	0,00	128,24	0,15	950,18	1,10
Pastagem	0,00	0,00	0,00	0,00	11281,69	13,01	38764,82	44,72
influência Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	15392,80	17,76	2925,63	3,37	17839,59	20,73	50533,99	58,29

Autor: CASAGRANDE, B. 2009.

Perante os dados do cruzamento do uso antrópico e cobertura vegetal natural do ano de 2007 com os dados dos tipos de solos do município de Cacoal – RO, conclui-se que as pastagens aparecem praticamente em todos os tipos de solos e em grande quantidade e que, a agricultura aparece também em quase todos os tipos de solos, porém em menor quantidade. Um dos fatores que pode explicar este fenômeno é a fertilidade do solo, pois a agricultura é uma categoria de uso mais exigente em questões de fertilidade do solo, que as pastagens.

5 – CONCLUSÕES

O desmatamento em florestas tropicais e seus impactos ambientais e, em especial da floresta amazônica, tem tido bastante ênfase entre os cientistas e meios de comunicação do mundo inteiro, devido as suas conseqüências diversas como, por exemplo, as mudanças climáticas globais, entre outras. Para tanto, para diminuir os impactos ambientais causados pelo homem é necessário a prática de pesquisas que descubram metodologias que possibilitem identificar, quantificar e analisar o espaço físico do meio. As técnicas de geoprocessamento têm contribuído substancialmente a estes estudos.

Os softwares *Acview*, *Envi*, *Idrisi* e *Cartalinx* contribuíram efetivamente para processar os dados do meio físico, analisar os mesmos e elaborar os mapas de localização, hipsometria, declividade, geologia, drenagem, sub-bacias hidrográficas, malha viária, solos, uso antrópico e cobertura vegetal, imagens de satélites, assim como, os cruzamentos entre os mapas temáticos elaborados.

O município de Cacoal é composto por oito sub-bacias hidrográficas, sendo elas: a do rio Fortuninha, rio Branco, igarapé Manuel, igarapé Volta Grande, rio Machado, rio São Pedro, rio Riozinho e Igarapé Sete de Setembro. O mapeamento destas sub-bacias hidrográficas foi importante para quantificar os dados apresentados, revelando que a bacia do rio Machado é a maior bacia do município, pois ocupa 25,86% da área total de Cacoal. O mesmo mapeamento mostrou também que a bacia mais antropizada é a bacia do igarapé Sete de Setembro, que apresenta somente 8,47% de mata, isso se for desconsiderada a área de reserva indígena.

Ainda no que se refere ao meio físico do município, verificou-se a presença de cotas altimétricas entre menores que 200 e maiores que 320 metros, dados obtidos a partir do mapeamento hipsométrico realizado. Outro fato encontrado neste levantamento se refere ao

mapa de declividade do terreno, que mostrou apenas três classes de declividade: levemente ondulado, ondulado e fortemente ondulado com a predominância da classe ondulada que somou 56,65% da área total do município. A geologia encontrada na área do município é composta pela Formação Conglomerado-Dolomito-Ardósia Cacoal, Formação Folhelho Pimenta Bueno, Grupo Vulcano-Sedimentar Mutumparaná-Roosevelt, Suíte Básica Alcalina Ciriquiqui, Suíte Intrusiva Rapakivi Serra da Providência e Supergrupo Gnaiss Jamari, sendo predominante a Suíte Intrusiva Rapakivi Serra da Providência com 49,01% da área total de Cacoal, o que contribui para termos a categoria geológica predominante por Batilito e stocks nos quais, a fácies granítica compreende piterlitos e viborgitos subordinados, granitos porfiríticos e biotita-sienogranitos.

O mapa da malha viária foi importante para mostrar que os eixos rodoviários são responsáveis pelo desmatamento. A partir do cruzamento do mapa da malha viária com o uso antrópico e cobertura vegetal, de 2007, foi possível constatar que, em uma faixa de 1000 metros após as estradas, verifica-se que somente 12,80% são de áreas cobertura vegetal natural e que 88,20% são áreas recobertas por uso antrópico.

Os solos, em geral, são pobres em nutrientes e as classes de maior ocorrência no município são as classes de latossolo litólico com 39,05% e argissolos vermelhos com 15,12% da área total do município. Estes solos são bons para plantio de pastagens, uso este predominante na região.

A pesquisa foi importante para demonstrar que o desmatamento para plantio de áreas agrícolas e pastagens foi intenso neste intervalo de 1986 até 2005. Na mesma medida que a vegetação nativa diminuiu o uso antrópico aumentou. No ano de 1986 a área de uso antrópico correspondia a 31% da área total do município, já no ano de 1999 esta área correspondia a 51% da área total do município e no ano de 2005 a área de uso antrópico quase chegou a 57% da área total do município.

O mapa de uso antrópico e cobertura vegetal natural, de 2007, revelou que 58,76% da área do município é ocupada por áreas de pastagens, mas se não considerarmos a reserva indígena para calcular este uso chegaríamos a conclusão de que as pastagens estão ocupando 78,97% da área de Cacoal. Se tomarmos os dados por unidades de sub-bacias hidrográficas, tem-se que as pastagens ocupam 34,67% da área da bacia do rio Fortuninha, 67,15% da bacia do rio Branco, 32,02% do igarapé Manuel, 78,12% do rio Machado, 76,60% do rio São Pedro, 81,14% do rio Riozinho e 54,87% do igarapé Sete de Setembro.

Partindo dos dados obtidos, verifica-se ainda que, 37,50% da área do município está coberta com vegetação natural, 1,4% com agricultura e 58,76% com pastagens. Porém, esses dados podem modificar se suprimirmos a reserva indígena da área total de Cacoal, passando a área de mata para 17,34%, a agricultura para 1,83% e as pastagens para 78,97%. Este fato, ressalta-se, prova que as áreas de reservas legais são fator limitante para o desmatamento para a região.

Desta forma, este trabalho colaborou para o levantamento do meio físico e análise do desmatamento na região, mostrando através de técnicas de geoprocessamento que o município vem sendo desmatado desde os anos de 1980 e que, se o poder público não tomar medidas para conscientizar a população local, em breve, as áreas de vegetação nativa não irão mais existir no município, o que causaria graves impactos ambientais. Este fato não compromete somente a estrutura física do município, mas também as pessoas ali instaladas, pois as mesmas retiram desta terra seu sustento.

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N. **Amazônia do discurso a práxis**. 2 ed. São Paulo: Edusp. 2004. 319p.

ALVES, D. S. Space-times dynamics of deforestation in Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n.14, p. 2903-2908. 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Classificação climática e climas regionais. Tradução Maria Jaraci Zanidos Santos. Rev. Sueli Bastos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. 332 p.

BECKER, B. K. **Amazônia**. 5. ed. São Paulo: Ática, 1997. 112 p.

BECKER, B. K. **Amazônia: Geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 168 p.

BELTRAME, A. da. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis. Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

BERTONI, J.; LOMBARD NETO, F.L. **Conservação do solo**. 5ª ed., São Paulo. Ed. Ícone, 2005. 355p.

BINSZTOK, J. Cacoal – RO: a constituição de um campesinato na fronteira agrícola da amazônia meridional. **Revista GEOgraphia**. Rio de Janeiro, n. 10. ano V. p. 7-24. jun, 2003.

BRANCO, S. M. **O desafio amazônico**. Rev. e amp. Moderna. 16. ed. São Paulo: Coleção Polêmica, 1995. 110 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília: MMA; 2001. 436p.

BRASIL JR, A. C. P. Um cenário desejável para conter o desmatamento na região de Belo Monte. In: NASCIMENTO, E. P. do.; DRUMMOND, J. A (Org.). **Amazônia: dinamismo econômico e conservação ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003. 334 p. p. 115-132.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. Disponível em www.agritempo.gov.br . Acesso em abril de 2007.

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. Folha SC. 20 Porto Velho; **Geologia, geomorfologia, pedologia vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: v.16. 668 p.1978.

BUCHILLET, D.; RICARDO C. A.; AZEVEDO M. A, Saúde indígena no alto rio negro. In: **Pesquisas do IRD no Brasil desde 1998**. editora charbel. Brasília. 2006. p. 105-110.

CÂMERA, G. et. al. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S. et.al. **Análise especial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2004. p.21-54.

CÂMERA, G.; MEDEIROS, J S. de. Princípios básicos em geoprocessamento.. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E (Org.). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa/CPAC 1998. p. 2-12. Cap. 1.

CASSETI, V. **Estudo dos efeitos morfodinâmicos pluviais no Planalto de Goiânia**. Tese de Doutorado. USP, S. Paulo, 1983.

COSTA, J.B.S., BEMERGUY, R.L., HASUI, Y., BORGES, M.S., FERREIRA JÚNIOR, C.R.P., BEZERRA, P.E.L., COSTA, M.L. & FERNANDES, J.M.G. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **Geonomos**, 4 (2): 23-44, 1993.

DIEGUES, A. C. (Org.) 2002. **Povos e águas: inventário de áreas úmidas**. 2. ed. São Paulo: NUPAUB-USP, 597p.

ESCADA, M. I. S. **Evolução de padrões da Terra na Região Centro-Norte de Rondônia**. 166 f. Tese de doutorado. INPE São José dos Campos. 2003

EASTMAM, Ronald J. **Manual do usuário**: introdução exercícios tutoriais. Tradução Heinrich Hasenack; Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 240 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAO, **Guidelines for land-use planning**, Rome, FAO, 1993, Development Series1, 96p

FEARNSIDE, M. P.; **Desmatamento na Amazônia**: dinâmica, impactos e controle. *Revista acta Amazônica*. Manaus: INPA. v. 36 nº 3 . p. 395 – 400. 2006:

FERREIRA L. da R.; ARAÚJO P. F. C. de; MARQUES R. W. da C. Avaliação de um projeto de desenvolvimento sustentável em Rondônia. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 15, n. 2 (27), p. 401-408, ago. 2006.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FRANÇA, H. Identificação e mapeamento de cicatrizes de queimadas com imagens AVHRR/NOAA. In: FERREIRA, Nelson. J. (Coord.) **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p. 57-78. cap.3.

GEOMINAS. Governo do Estado de Minas Gerais. Disponível em:
<<http://www.geominas.mg.gov.br>> Acesso em: Abril/ 2006.

GONÇALVES, C. W. P. **Amazônia, Amazônias**. São Paulo: Contexto, 2001. 178 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. 2004.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cartas do município de Cacoal e Presidente Médice**, escala 1: 1000000. Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Cartas : SC-20-Z-D-SC-20-Z-C, Brasília, 1979.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 1).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 164 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 4).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 91p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 7).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Dados censitários**. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br/censo>> em 15 de maio de 2007.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoring of the Brazilian Amazonian forest by satellite, 2000-2001**. São José dos Campos, SP, 2002.

LEPSH, I F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1983, 175p.

LISBOA, P. L. B. **Rondônia colonização e floresta**. Brasília: CNPq, 1989. 212 p.

MENDOZA E, ANDERSON L. Padrões de desflorestamento nas florestas tropicais. Disponível em: <www.selper-bolivia.org/articulos/t024.pdf> Acesso em maio de 2007.

MENEZES, L. **Reestruturação Organizacional da Unidade de Coordenação (UCP) Do PLANAFLORO**. Projeto BRA/94/007. PNUD/PLANAFLORO. 1998. (CD-Room)

MIRANDA, E. E. de. A Amazônia Legal registrou menos queimadas em 2005. **Revista Eco21**, Rio de Janeiro, p. 14, abr. 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2º ed. Editora Edgard Blucher LTDA. São José dos Campos, 1998.

OLIVEIRA, A. E. de. Ocupação humana. In: SALATI, E. et al. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense. Conselho científico e tecnológico, 1983, p. 144-322. Cap. IV.

PASSOS, M. M. dos. **A construção da paisagem no Mato Grosso - Brasil**. UNESP. Presidente Prudente. 2000. 143 p.

PASSOS, M. M. dos. **Amazônia: Teledeteção e Colonização**. UNESP. São Paulo, 1998. 154 p.

PERDIGÃO, F.; BASEGIO, L. **Migrantes amazônicos: Rondônia a trajetória da ilusão**. São Paulo: Loyola, 1992. 221p.

PEREIRA, M. C.; FERNANDES, A. E.; BRAGA, R. A.; SILVA, R. A. B. E. Detecção de queimadas com o uso do radiômetro AVHRR. In: FERREIRA, Nelson. J. (Coord.). **Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N**. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p. 41-55. cap.2.

PROJETO RADAMBRASIL – **Folha SC 20, Porto Velho**. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. v. 16, 184p.

PROBIO, Disponível em: <mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio> em maio de 2007.

RIBEIRO, B. G. **Amazônia urgente**: cinco séculos de história e ecologia. Itatiaí: 1990. 272 p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento**: tecnologia transdisciplinar. 2. ed. ver. atual. E ampl. Juiz de Fora: ed. do Autor. 2002. p. 220.

ROSA, R. Caracterização fisiográfica do município de Araguari-MG. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia: EDUFU. v 4, nº 7 e 8. p. 53-76. Jan/Dez, 1992.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6. ed. rev. Uberlândia: Edufu, 2005. 238 p.

ROSA, R. **O uso do SIGs para o zoneamento**: Uma abordagem metodológica. 214 f. Tese de doutorado. São Paulo, 1995.

ROSA, R.; BRITO, J. L.S. **Introdução ao geoprocessamento**: Sistema de Informação Geográfica. Uberlândia, 1996.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 17 – 30, Jan/Dez. 1992.

SANO, Edson E; ASSAD, Eduardo. D.; ORIOLI, Á. L. Monitoramento da ocupação agrícola. Cap. 10. In: ASSAD, Eduardo. D.; SANO, Edson. E.(Org.) **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2ª ed. rev. e amp. Brasília. Embrapa/CPAC 1998. p. 179-190.

SANTOS, E.R. dos. **Estudos das relações climato-hidrológicas e dos impactos causados pela irrigação na microbacia hidrográfica do córrego do amanhe – Araguari – MG**. Dissertação, 2005. 188f. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia. Geografia e Gestão do Território. Uberlândia, 2005.

SIGIPLAN. **Perfil dos municípios rondonienses**. Disponível em: <www.sigiplan.go.gov.br/>. Acessado em maio de 2007.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria técnica, SUPREN, 1977. 91p.

UFRGS, Espectro eletromagnético. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/CESTA>. Acessado em: 29 de junho de 2008.

VALÉRIO, A. F.; SANTOS, A. C. S. dos; Agricultura e recursos hídricos . In. Silva, D. D. da; **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa: UFV, 1997. p. 45-78.

VENEZIANI, P.; SANTOS, A. R. dos; OKIDA, R.; Integração de dados de sensoriamento remoto e aerogamaespectrométricos para o estudo da bacia de Pimenta Bueno/cacoal no estado de Rondônia, Brasil. In. **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 9 47-955.

WIESS, J. Como reorientar as políticas públicas agrárias e florestais: contribuindo para o desenvolvimento sustentável. In: NASCIMENTO, E. P. do.; DRUMMOND, J. A (Org.). **Amazônia: dinamismo econômico e conservação ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2003. 334 p. p. 115-132.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)