UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGC
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

Programa de Pós-Graduação em
Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais:

Uma proposta metodológica para o mapeamento de ecorregiões.

GLAUCO CEZAR BORGES

Belo Horizonte, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGC
DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA

Programa de Pós-Graduação em
Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais

GLAUCO CEZAR BORGES

Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais:

Uma proposta metodológica para o mapeamento de ecorregiões.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de mestre em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Diego Rodrigues Macedo

Belo Horizonte, Abril de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

B732b 2018

Borges, Glauco Cezar.

Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais [manuscrito] : uma proposta metodológica para o mapeamento de ecorregiões / Glauco Cezar Borges. – 2018.

xiv, 118 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Diego Rodrigues Macedo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia, 2018.

Bibliografia: f. 106-117.

Inclui apêndices.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. São Francisco, Rio, Bacia – Teses. 3. Biogeografia – Minas Gerais – Teses. 4. Análise espacial (Estatística) – Teses. 5. Mapeamento do meio ambiente – Teses. I. Macedo, Diego Rodrigues Macedo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 911.2:519.6(815.1)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais: Uma proposta metodológica para o mapeamento de ecorregiões

GLAUCO CEZAR BORGES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS.

Aprovada em 07 de maio de 2018, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Diego Rodrigues Macedo - Orientador
UFMG

Profa. Úrsula Ruchkys de Azevedo
UFMG

Prof. Ubirajara de Oliveira
UFMG

Prof. Fernando Figueiredo Goulart
UFMG

Belo Horizonte, 07 de maio de 2018.

Todo caminho da gente é resvaloso.
Mas também, cair não prejudica demais - a gente levanta, a gente sobe, a gente volta!...
O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.

João Guimarães Rosa – Grande Sertão: Veredas

Agradecimentos:

À minha família e ao meu filho Jorge, pelo amor, pelo incentivo e pelo companheirismo.

À professora Úrsula e aos professores Fernando e Ubirajara, pelas críticas construtivas e pela participação no trabalho.

Agradeço ao professor Robert Hughes, da *Oregon State University* pelas sugestões e críticas.

E agradeço especialmente ao meu orientador, professor Diego Macedo, pela sugestão do tema, pela atenção e por acreditar em meu trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

No último século, o rápido crescimento demográfico, a intensificação de atividades agrícolas e industriais, o desmatamento, o uso indiscriminado de fertilizantes e defensivos químicos e a imensa demanda hídrica por grandes projetos agrícolas e minerários tem progressivamente reduzido a qualidade ambiental na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Da área total drenada pela bacia, aproximadamente 37% estão em Minas Gerais, incluindo a nascente do curso principal e a maioria dos seus grandes afluentes. Buscando contribuir para uma gestão ambiental eficiente, essa dissertação propõe um método e um mapeamento de ecorregiões na parcela mineira da bacia do rio São Francisco. De maneira geral, entende-se as ecorregiões como áreas relativamente homogêneas do ponto vista geobiofísico e em condições ambientais similares. São projetadas para servirem de estrutura espacial para a avaliação de pesquisas, monitoramento de ecossistemas e gestão ambiental. Ao considerar as diferenças espaciais nas capacidades e potenciais dos ecossistemas, as ecorregiões estratificam o ambiente pela sua provável resposta às perturbações. Dentre os diferentes tipos de classificação existentes, o presente trabalho tem como referência inicial o mapeamento de ecorregiões das Américas do Sul e Central desenvolvido pela CEC - *Commission for Environmental Cooperation*, uma organização intergovernamental da América do Norte. Esse mapeamento é subdividido em três níveis, indo do Nível I, em uma escala mais ampla, até o Nível III, com maior detalhamento. No Nível I das ecorregiões da CEC, a área de estudo é totalmente abarcada por uma única ecorregião (*Eastern Highlands*). Portanto, o mapeamento em Nível I não é tratado nesta dissertação. Dentro da área de estudo, o mapeamento é estendido até o Nível IV e além disso as ecorregiões nos níveis II e III são redefinidas. O método desenvolvido utilizou uma abordagem quali-quantitativa. Partindo do pressuposto de que na maioria dos casos as feições naturais representam os melhores separadores entre as ecorregiões, já que são fisicamente palpáveis e visualmente perceptíveis, os limites no Nível IV são dados a partir da interpretação de linhas delimitadoras, advindas de bases cartográficas de relevo, vegetação, uso do solo, clima e hidrografia. Para delimitar as ecorregiões no Nível III, o método agrupa as ecorregiões Nível IV através de critérios matemáticos que estabelecem uma relação entre os percentuais de cada fitofisionomia nos remanescentes de vegetação natural e a classificação climática. No nível II as ecorregiões Nível III são agrupadas pela predominância das fitofisionomias típicas dos biomas ao qual pertencem. Ao todo, foram mapeadas 65 ecorregiões no Nível IV, 8 ecorregiões no Nível III, e 3 no Nível II. Espera-se que tenha sido apresentada uma proposta consistente utilizável de ecorregiões para a bacia do São Francisco em Minas Gerais; que a simplicidade do método contribua para a sua fácil aplicação, adaptação e popularização e que as ecorregiões mapeadas através do método proposto possam servir de referência espacial para inventários e monitoramentos da biota, contribuindo assim para a formulação de políticas públicas e ações de gestão e conservação ambiental

Palavras-chave: Biogeografia, paisagem natural, ecossistemas e análise espacial.

ABSTRACT

During the last century, the rapid demographic growth, the intensification of the agricultural and industrial activities, the deforestation, the indiscriminate use of pesticides and chemical defenses and the huge hydric demand by big agricultural and mining projects have progressively reduced the environmental quality in the São Francisco hydrographic basin. From the total area drained by the basin, approximately 37% are in the state of Minas Gerais, including the headspring of the main course and the majority of its big tributaries. Aiming to contribute to an efficient environmental management, this paper proposes one method and mapping of ecoregions in the parcel of the São Francisco basin that lies in Minas Gerais. In the main, ecoregions are understood as relatively homogenous areas by the geobiophysical point of view and in similar environmental conditions. They are projected to serve as spatial structure for the evaluation of researches, monitoring of ecosystems and environmental management. When considering the spatial differences in the capacities and potentialities of the ecosystems, the ecoregions stratify the environment by its probable response to disturbance. Among the existing types of classification, the present work adopted as initial reference the mapping of the ecoregions of the Central and South Americas developed by the CEC - *Commission for Environmental Cooperation* - an intergovernmental organization from North America. This mapping is subdivided in three levels, from Level I, in a wider scale, to Level III, with more detailing. At Level I of the ecoregions of the CEC, the study area is totally embraced by one single ecoregion (Eastern Highlands). Therefore, the mapping at Level I is not considered in this paper. Within the study area, the mapping is extended until Level IV, besides that, the ecoregions at levels II and III are redefined. The method that was developed used a quali-quantitative approach. Considering the assumption that in most of the cases the natural features represent the best sorters among the ecoregions, once they are physically palpable and visually perceptible, the limits at Level IV are given from the interpretation of boundering lines, coming from cartographic bases of relief, vegetation, soil use, climate and hydrography. To delimit the ecoregions at Level III, the method groups the ecoregions of Level IV through mathematical criteria that establish a relation among the percentage of each fitophysiognomy in the remainders of natural vegetation and the climate classification. At Level II the ecoregions of Level III are grouped by the predominance of the typical fitophysiognomy of the biomes in which they belong. In all, 65 ecoregions at Level IV were mapped as well as 8 ecoregions at Level III and 3 ecoregions at Level II. It is hoped that a consistent and usable proposal of ecoregions for the São Francisco basin in the state of Minas Gerais has been presented; that the simplicity of the method contributes to its easy application, adaptation and popularization and that the ecoregions that were mapped by the proposed method can serve as spatial reference to inventories and monitoring of the biota, thus contributing to the formulation of public policies and actions of environmental management and conservation.

Keywords: Biogeography, natural landscape, ecosystems and spatial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Ecorregiões Brasileiras segundo o WWF 22

Figura 2 - Mapa das Ecorregiões Brasileiras..... 23

Figura 3 – Níveis I, II e III das regiões ecológicas da América do Norte 24

Figura 4 - Níveis I, II e III das regiões ecológicas das América do Sul e Central 25

Figura 5 - Níveis III e IV da ecorregião 44 - Nebraska Sand Hills 25

Figura 6 – Inserção da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco nos biomas brasileiros... 31

Figura 7 – Inserção dos principais afluentes do Rio São Francisco nas Unidades de Gestão da Bacia. 32

Figura 8 – Reconstrução esquemática do Gondwana Ocidental, mostrando os crátons e os domínios orogênicos neoproterozoicos brasilianos/pan-africanos..... 33

Figura 9 – Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco 34

Figura 10 – Distribuição espacial do Cráton, Bacia Intracratônica e Bacia Hidrográfica do São Francisco em Minas Gerais. 35

Figura 11 – Coluna estratigráfica simplificada da Bacia Intracratônica do São Francisco 36

Figura 12 – Inserção da Bacia Hidrográfica do São Francisco nos Domínios..... 38

Figura 13 – Inserção da Bacia Hidrográfica do São Francisco na altimetria de Minas Gerais..... 38

Figura 14 – Inserção da Bacia hidrográfica do São Francisco nas regiões Geomorfológicas em Minas Gerais..... 38

Figura 15 - Inserção da bacia hidrográfica do São Francisco nas Unidades de Relevo de Minas Gerais. 39

Figura 16 - Unidades de relevo (CPRM, 2008) na área de estudo 41

Figura 17 – Isoietas totais anuais para a parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em Minas Gerais 43

Figura 18 – Classificação Climática de Köppen aplicada a área de estudo..... 45

Figura 19 – Inserção da parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco nos Biomas Brasileiros. 47

Figura 20 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual 48

Figura 21 - Distribuição das Florestas Estacionais Semideciduais na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 49

Figura 22 - Distribuição dos Campos Rupestres na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 51

Figura 23 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Decidual 52

Figura 24 – Perfil esquemático de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento de rocha 52

Figura 25 - Distribuição das Florestas Estacionais Deciduais na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 53

Figura 26 – Perfil esquemático das fitofisionomias do Cerrado 54

Figura 27 – Perfil de uma Vereda 54

Figura 28 - Distribuição das fitofisionomias de Cerrado na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 55

Figura 29 – Sobreposição da Área de Estudo as ecorregiões das América do Sul e Central 58

Figura 30 – Exemplificação do processo de generalização da distribuição de Fitofisionomias ou Usos do Solo 63

Figura 31 – Exemplificação de limite de ecorregião definido pela linha do Clima 64

Figura 32 – Exemplificação de limite de ecorregião definido pela hidrografia, relevo e divisor de águas. 65

Figura 33 – Fluxograma do processo de produção da base cartográfica das Ecorregiões níveis IV, III e II 70

Figura 34 –Ecorregiões Nível IV 72

Figura 35 – Ecorregiões Nível III 77

Figura 36 – Ecorregiões Nível II 77

Figura 37 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo 78

Figura 38 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Floresta Estacional Semidecidual 78

Figura 39. – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo Cerrado. . 79

Figura 40 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Cerrado *stricto sensu* 79

Figura 41 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Cerrado *lato sensu.* 80

Figura 42 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Veredas 80

Figura 43 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo Rupestre ..81

Figura 44 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Floresta Estacional Decidual.....81

Figura 45 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Vegetação Natural. 82

Figura 46 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Áreas Urbanas.....82

Figura 47 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo clima predominante de acordo com a classificação de Köppen 83

Figura 48 – Classificação climática de Köppen segundo Alvares et.al. (2013).....83

Figura 49 – Comparação entre os limites da ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb (A) e os limites do bioma da Mata Atlântica (IBGE, 2004) na área de estudo. 94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais mapeamentos ecorregionais consultados 21

Tabela 2 – Critérios de temperatura e precipitação para a classificação climática de Köppen segundo Alvares et.al. (2013) 44

Tabela 3 – Cobertura da flora nativa na parcela mineira da Bacia do Rio São Francisco .. 48

Tabela 4 – Regras criadas para a criação das Ecorregiões Nível III 69

Tabela 5 – Ecorregiões Níveis II e III e respectivas quantidades de ecorregiões Nível IV ... 71

Tabela 6 – Tabela de atributos das ecorregiões Nível IV 73

Tabela 7 - Distribuição percentual dos padrões de relevo nas ecorregiões Nível IV 75

Tabela 8 – Percentuais das fitofisonomias nos remanescentes de vegetação natural nas ecorregiões Nível III 97

Tabela 9 – Percentuais de Usos Antrópicos e Vegetação natural nas ecorregiões Nível III. 97

Tabela 10 – Distribuição percentual dos tipos climáticos nas ecorregiões Nível III 97

Tabela 11 – Percentuais das fitofisonomias nos remanescentes de vegetação natural nas ecorregiões Nível II..... 98

Tabela 12 – Percentuais de Usos Antrópicos e Vegetação natural nas ecorregiões Nível II 98

Tabela 13 – Distribuição percentual dos tipos climáticos nas ecorregiões Nível II..... 98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação média mensal na Bacia do São Francisco, a montante da usina hidrelétrica de Xingó (Histórico: 1931 a 2001). 42

Gráfico 2 - Distribuição Percentual das Fitofisionomias nas Ecorregiões Nível IV 84

Gráfico 3 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.1.1 - Caatinga Mineira 85

Gráfico 4 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.1.1 - Caatinga Mineira 86

Gráfico 5 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas 87

Gráfico 6 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas 87

Gráfico 7 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.2 – Cerrado Transição Caatinga. 88

Gráfico 8 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.2 – Cerrado Transição Caatinga. 88

Gráfico 9 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.3 – Cerrado Central de Minas. 90

Gráfico 10 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.3 – Cerrado Central de Minas. 90

Gráfico 11 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.4 – Cerrado Oeste. 91

Gráfico 12 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.4 – Cerrado Oeste. 92

Gráfico 13 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.5 – Espinhaço. 93

Gráfico 14 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.5 – Espinhaço. 93

Gráfico 15 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb. 95

Gráfico 16 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb. 95

Gráfico 17 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwa. 96

Gráfico 18 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwa. 96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
CEC	*Commission for Environmental Cooperation*
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de MG
CODEMIG	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GBIF	*Global Biodiversity Information Facility*
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DME	Modelo Digital de Elevação
EUA	Estados Unidos da América
MMA	Ministério do Meio Ambiente
RADAM	Radar da Amazônia
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRTM	*Shuttler RadarTopography Mission*
UC	Unidadede Conservação
UHE	Usina Hidrelétrica
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
US EPA	*United States Environmental Protection Agency*
USGS	*United States Geological Survey*
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS	*World Geodetic System*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

2. ECORREGIÕES: VISÃO GERAL E PERSPECTIVAS 18

3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA PARCELA MINEIRA DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO 30

3.1. PARCELA MINEIRA DA BACIA SANFRANCISCANA 32

3.1.1. Rede Hidrográfica 32
3.1.2. Geologia 33
3.1.3. Relevo 37
3.1.4. Clima 42
3.1.5. Vegetação 46

4. MÉTODOS 57

4.1 - DEFININDO O LIMITE DAS ECORREGIÕES NÍVEL IV 61

4.1.1 - Instruções de utilização da base cartográfica de Padrões de Relevo 62
4.1.2 - Instruções de utilização da base cartográfica de Fitofisionomias e uso do solo 63
4.1.3 - Instruções de utilização da base cartográfica de Clima 64
4.1.4 - Instruções de utilização da base cartográfica de Hidrografia e ottobacias: 64

4.2 - DEFININDO O LIMITE DAS ECORREGIÕES NÍVEL III E NÍVEL II 68

5. RESULTADOS 70

5.1 - NÍVEL IV 71

5.2 - NÍVEL III 85

5.1.1 – Ecorregião 1.1.1. - Caatinga Mineira 85
5.1.2 - Ecorregião 1.2.1 - Sertão Veredas 86
5.1.3 – Ecorregião 1.2.2 - Cerrado Transição Caatinga 88
5.1.4 – Ecorregião 1.2.3 - Cerrado Central de Minas 89
5.1.5 - Ecorregião 1.2.4 - Cerrado do Oeste 91
5.1.6 - Ecorregião 1.2.5 – Espinhaço 92
5.1.7 - Ecorregião 1.3.1 - Mata Atlântica Cwb 94
5.1.8 - Ecorregião 1.3.2 - Mata Atlântica Cwa 95

6. DISCUSSÃO 99

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 104

8. REFERÊNCIAS 106

9. APÊNDICE 118

1. INTRODUÇÃO

Conhecido como o "Rio da Integração Nacional", o São Francisco é o curso d'água principal de uma das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil. O rio atravessa 5 unidades da federação: Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe e sua bacia ainda abrange, além desses Estados, partes do Distrito Federal e Goiás. A nascente histórica está localizada no interior do Parque Nacional da Serra da Canastra, em Minas Gerais, e o rio percorre aproximadamente 2.700 km até a sua foz, entre os municípios de Piaçabuçu, em Alagoas e Brejo Grande, em Sergipe (PATRUS *et al*., 2001).

A bacia se sobrepõe a três grandes biomas brasileiros: Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica e possui uma grande variedade de ecossistemas, uma elevada biodiversidade e uma enorme importância ecológica e econômica (CETEC, 1983). Também abriga áreas muito distintas do ponto de vista socioeconômico, com regiões de alta produtividade agrícola, grandes aglomerados urbanos, áreas de alta produção industrial e regiões de baixa produtividade, população carente e pobreza extrema (CODEVASF, 1989).

Desde o início da ocupação do território nacional a bacia vem sendo impactada por ações antrópicas. Contudo, no último século, o rápido crescimento demográfico, a intensificação de atividades agrícolas e industriais, o desmatamentos, o uso indiscriminado de fertilizantes e defensivos químicos e a imensa demanda hídrica por grandes projetos agrícolas e minerários tem progressivamente reduzido a qualidade ambiental na bacia (BRASIL, 2011).

O diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico da bacia aponta previsões de aumento significativo da carga de passivos ambientais neste início de século, em consequência do consumo de alimentos, água e energia, da implantação de novas infraestruturas e indústrias e a expansão das áreas destinadas à produção de biocombustíveis e commodities agrícolas e minerais (BRASIL, 2011).

Existe ainda a previsão de que a recém inaugurada transposição de águas do Rio São Francisco para outras bacias poderá se constituir como mais uma ameaça ao equilíbrio hidrológico e à aceleração dos processos de desertificação e ao aquecimento do clima regional (BRASIL, 2011).

As perspectivas de intensificação dos impactos socioambientais demandam ações de planejamento e políticas públicas que atuem no sentido de mitigar e evitar novos impactos. Para que essas ações e as tomadas de decisão sejam efetivas, certamente elas devem considerar a diversidade ecológica e socioambiental na bacia.

Nesse sentido, o mapeamento de áreas relativamente homogêneas do ponto de vista ambiental é de suma importância para uma efetiva gestão territorial e ambiental. Além de reduzirem a complexidade do mundo a algo compreensível e gerenciável (CAVALCANTI, 2013), o mapeamento de áreas relativamente homogêneas pode ser utilizado como referência espacial para inventários e monitoramentos da biota e levantamentos de dados do meio físico, estabelecendo assim parâmetros ambientais relativos a cada área distinta, já que cada ambiente terá respostas diferentes às perturbações a que são submetidos pela ação antrópica (BRYCE *et al*., 1999).

Dentre as várias ferramentas existentes para o zoneamento dessas áreas homogêneas, tais como, geossistemas, ecossistemas, regiões naturais, paisagens, biomas e tantos outros termos, este trabalho será desenvolvido através do mapeamento de ecorregiões, abordagem pouco desenvolvida no Brasil (p. ex. XIMENES, 2008 e 2009, PEREIRA, GONTIJO e ABREU, 2015), mas largamente utilizada na América do Norte.

Projetadas para servir de estrutura espacial para a avaliação de pesquisa e monitoramento de ecossistemas e componentes de ecossistemas, as ecorregiões denotam áreas nas quais os ecossistemas, tipos, qualidade e quantidade de recursos ambientais são geralmente semelhantes (OMERNIK, 1987, CEC, 1997, 2006). Essas são regiões de relativa homogeneidade nos sistemas ecológicos ou nas relações entre os organismos e os seus ambientes (OMERNIK, 1987). Ao considerar as diferenças espaciais nas capacidades e potenciais dos ecossistemas, as ecorregiões estratificam o ambiente pela sua provável resposta às perturbações naturais e antrópicas (BRYCE *et al*., 1999).

Assim, as ecorregiões, por apresentarem uma conjunção de diferentes fatores bióticos e abióticos podem ser um importante subsídio para a estruturação e implementação de estratégias de gestão de ecossistemas por parte de distintos órgãos estatais e organizações não-governamentais, que são responsáveis por diferentes tipos de recursos e ações de gestão e proteção ambiental nas mesmas áreas geográficas (OMERNIK *et al.,* 2000, MCMAHON *et al.*, 2001, CEC 1997, 2006). Dentre os fenômenos geralmente considerados estão a geologia, o relevo, vegetação, clima, solos, uso e cobertura da terra, fauna e hidrografia.

Entre os diferentes tipos de classificação existentes, destaca-se aquelas adotadas pelas agências de proteção ambiental da América do Norte como a CEC e a US EPA- *United States Environmental Protection Agency* (OMERNIK, 1987; CEC 1997, 2006, GRIFFITH *et al.*, 1998, OMERNIK & GRIFFITH, 2014), que adotam, além de uma nomenclatura, uma classificação hierárquica, que parte do Nível I, em uma escala mais ampla, e se estende até o Nível IV, com maior detalhamento.

Griffith *et al.* (1998) aplicaram a metodologia do mapeamento de ecorregiões da América do Norte às Américas do Sul e Central, produzindo um mapa preliminar de ecorregiões, até o Nível III, em escala de 1:5.000.000. Pretende-se nesta dissertação aprimorar e estender esse mapeamento até o Nível IV no território da bacia hidrográfica do Rio São Francisco em Minas Gerais, e espera-se contribuir para o aprimoramento da gestão da bacia.

Cabe lembrar que Minas abriga 37% da área da bacia, além das principais áreas de cabeceira e detém as áreas com os maiores índices pluviométricos. Considerando o clima semiárido predominante na maior parte dos Estados à jusante, a conservação da bacia em Minas Gerais adquire uma importância estratégica ao desenvolvimento sustentável do restante da bacia. Assim, a identificação de ecorregiões nessa parte da bacia justifica-se por oferecer uma síntese ecológica que poderá auxiliar pesquisadores, instancias de governo e instituições que atuam na gestão ambiental desse território a compreende-lo à partir da conjugação de fatores distintos. Além disso, um trabalho de sistematização metodológica poderá subsidiar o mapeamento de ecorregiões em outras áreas no país.

Nesse sentido, o objetivo geral do presente trabalho é o mapeamento de ecorregiões nos níveis II, III e IV na bacia hidrográfica do rio São Francisco em Minas Gerais. Para se alcançar o objetivo geral proposto o trabalho tem como objetivos específicos:

1) A propor um método de mapeamento de ecorregiões;
2) A adequar, na área de estudo, os limites das ecorregiões Nível II propostas por Griffith, *et al.*, (1998);
3) A criar de ecorregiões nos níveis III e IV na área de Estudo.

2. ECORREGIÕES: VISÃO GERAL E PERSPECTIVAS

Ainda na primeira metade do século XIX o "*Cosmos"* de Alexander von Humboldt inaugura uma nova perspectiva científica sobre a natureza. Até então, o papel dos naturalistas estava estritamente ligado aos registros, descrições e classificações das plantas, animais, culturas e lugares.

> *Quando a Botânica descritiva não fica circunscrita aos estreitos limites do estudo das formas e de sua reunião em gêneros e em espécies, ela conduz o observador que percorre, sob diferentes climas, vastas extensões continentais, montanhas e planaltos, às noções fundamentais da "Geografia das Plantas", à explicação da distribuição dos vegetais, de acordo com a distância do equador e com a elevação acima do nível dos mares. Ora, para compreender as causas complicadas das leis que regulam esta distribuição, é preciso aprofundar os conhecimentos das variações da temperatura que o solo irradia e do oceano que envolve o globo. É assim que o naturalista, ávido de instrução, é conduzido de uma esfera de fenômenos a uma outra esfera que limita os efeitos daquela. A Geografia das Plantas, cujo nome era praticamente desconhecido há meio século, apenas ofereceria uma nomenclatura árida e desprovida de interesse, se ela não fosse esclarecida pelos estudos meteorológicos* (HUMBOLDT, 1847).

Ao estabelecer um paralelo entre a distribuição das regiões naturais e fatores como latitude, altitude, continentalidade, clima e as diferenças da vegetação, Humboldt estabelece o método *"empírico racional" e inaugura a geografia física moderna, a qual caberia "reconhecer a unidade na imensa variedade dos fenômenos, descobrir pelo livre exercício do pensamento e combinando as observações, a constância dos fenômenos em meio a suas variações aparentes"* (MORAES, 1993).

Da publicação do Cosmos até hoje, tanto a geografia quanto outras ciências de cunho ambiental vem sintetizando de maneira lógica a complexidade da natureza e suas inter-relações. Esse processo de sintetização quando aplicado a produção de mapas e a delimitação de áreas com características comuns pode ser entendido também como um processo de regionalização (CAVALCANTI, 2013). Loveland & Merchant (2004) chamam atenção para o fato de que alguns autores referiram-se à regionalização como um processo de "classificação espacial" e que trata-se de um processo de generalização que impõe uma organização necessária para reduzir a complexidade do universo para um quadro gerenciável e compreensível com o qual podemos lidar.

Existem várias terminologias empregadas às propostas de regionalização sintéticas:

> *"Ecossistemas, geossistemas, regiões naturais, ecorregiões, paisagens, biomas, complexos biogeocenóticos, complexos territoriais naturais e tantos outros termos representam, nas acepções de distintos autores, a ideia de que existe uma ordem natural promovendo a organização da superfície terrestre a partir das relações entre seus elementos constituintes (rochas, solos, seres vivos, água, etc.) e alguns externos (sol, movimentos orbitais, atividade interna do planeta)".* (CAVALCANTI, 2013 - p.8).

Em meio a tantas variações terminológicas dadas as diferentes propostas de regionalização, duas ideias ficam evidentes em todas elas: a noção de áreas naturais homogêneas e a organização hierárquica dessas áreas (CAVALCANTI, 2013). Nesse sentido, o mapeamento de ecorregiões é também um tipo de síntese naturalista, uma redução da complexidade do mundo natural a algo compreensível e gerenciável.

De maneira geral, entende-se as ecorregiões como áreas relativamente homogêneas e com condições ambientais similares (XIMENES, 2010). O processo de mapeamento das ecorregiões leva em conta variáveis bióticas e abióticas como clima, hidrografia, características geomorfológicas, uso e cobertura do solo, vegetação e solos (OMERNIK, 1987, BAILEY, 2005, XIMENES, 2009, CROWLEY, 1967, OMERNIK & GRIFFTH, 2014). Os mapas de ecorregião mostram a superfície da Terra subdividida em áreas identificáveis e baseadas em padrões macroscópicos dos ecossistemas, isto é, áreas dentro das quais existem associações bióticas e abióticas interativas. Essas ecorregiões delimitam grandes áreas dentro das quais ecossistemas se repetem de forma mais ou menos previsível em locais semelhantes (BAILEY, 2005). Contudo, embora haja um amplo consenso de que as ecorregiões representem um mosaico de ecossistemas relativamente homogêneos quando comparadas com as regiões adjacentes, não existe ainda um acordo conceitual e metodológico para reconhecer e identificar as ecorregiões (XIMENES, 2010).

Como o nome sugere, o mapeamento das ecorregiões tem fundamentos geográficos e ecológicos, mas certamente representam um esforço interdisciplinar que envolve várias outras ciências. A perspectiva geográfica tende a enfatizar o papel do lugar, escala, elementos naturais e sociais. Já a visão ecológica tende a se concentrar em processos, com especial atenção aos fluxos de energia e ciclagem de nutrientes (LOVELAND & MERCHANT, 2004).

O termo "ecorregião" foi proposto pela primeira vez pelo pesquisador de florestas canadense Orie Loucks, em 1962 (OMERNIK, 1987, BAILEY, 2005, XIMENES, 2009). Crowley (1967) mapeou as ecorregiões do Canadá baseando-se em macro características do clima e vegetação. Seguindo os conceitos de Crowley, Bailey desenvolveu o mapeamento de ecorregiões dos Estados Unidos em 1976 (BAILEY, 1976,), da América do Norte (BAILEY &

CUSHWA, 1981), dos continentes e do mundo (BAILEY, 1983 e 1989) e dos oceanos (BAILEY, 1996).

A hierarquia espacial das ecorregiões de Bailey é constituída por 3 escalas ou Níveis, denominadas como unidades ecológicas de Domínio, Divisão e Província e sua metodologia atribui grande importância aos fatores climáticos. Nessa abordagem, o clima sendo a fonte de energia e umidade, atua como o principal fator de controle dos ecossistemas. Assim, à medida que o clima muda, os outros componentes do ecossistema irão mudar em resposta (BAILEY, 2005). Utilizando apenas uma sobreposição da temperatura global e dos padrões de umidade, Bailey (1983) definiu quatro "Domínios" (Nível I) em escala global: tropical úmido, temperado úmido, polar e seco. No nível das "Divisões" (Nível II) Bailey (1983) utilizou como principal fator a classificação climática de Köppen. As "Divisões" são classificadas em zonais e azonais. Sendo consideradas azonais aquelas que ocorrem em diferentes zonas climáticas, como as áreas de elevadas altitudes e ambientes alagados. Já no nível das Províncias (Nível III), os fatores edáficos e antrópicos também são considerados. Contudo, são as feições da vegetação natural o principal fator de delineamentos, já que expressam de maneira mais refinada a influência climática (BAILEY, 2005).

Em relação as estruturas hierárquicas, vários estudos desenvolvidos até o início da presente década (CEC, 1997 & 2006, OMERNIK, 1987, BAILEY, 1976, 1983, 1989 e 2005, CROWLEY, 1967, OLSON & DINERSTEIN, 1998) abrangeram 3 níveis no mapeamento, sendo o Nível I, mais amplo e dividido em grandes unidades até o Nível III, com maior riqueza de detalhes e uma escala cartográfica maior. Do aparecimento do termo ecorregião até hoje, muitos trabalhos (BLASI, *et al.*, 2014, HARDING & WINTERBOURN, 1996, LEATHWICK *et al.*, 2003, JEPSON e WHITTAKER, 2002, COMMONWEALTH OF AUSTRALIA, 2012, JOSSE *et al.*, 2003;. SAYRE *et al.*, 2008, XIMENES, 2008 e 2009, PEREIRA, *et al.*, 2015), não somente na América do Norte, tem se ocupado do assunto. Contudo, o debate se intensificou a partir da publicação do mapa de Ecorregiões em Nível III dos Estados Unidos proposto por Omernik (1987) e adotado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - US-EPA como norteador em suas ações de planejamento e conservação ambiental. As ecorregiões dos EUA baseiam-se em padrões percebidos de uma combinação de fatores causais e integrativos, incluindo o uso da terra, o relevo, a vegetação natural potencial e os solos (OMERNIK, 1987; OMERNIK & GRIFFTH, 2014). Desenvolvido inicialmente com o propósito de fornecer um quadro geográfico para a gestão dos recursos aquáticos, o propósito evoluiu no sentido de facilitar a gestão e compreensão ambiental do ecossistema num sentido mais amplo do termo, abrangendo o conceito bióticos e abióticos de ecossistemas terrestres e

aquáticos e considerando os seres humanos como parte da biota (OMERNIK & GRIFFTH, 2014).

Desde então um número crescente de pesquisadores de outros países tem se ocupado com trabalhos envolvendo ecorregiões, como na Itália (BLASI, *et al.*, 2014), Nova Zelândia (HARDING & WINTERBOURN, 1996, LEATHWICK *et al.*, 2003), Indonésia (JEPSON e WHITTAKER, 2002), Austrália (COMMONWEALTH OF AUSTRALIA 2012), América do Sul e Central (JOSSE *et al.*, 2003;. SAYRE *et al.*, 2008) e Brasil (XIMENES, 2008 e 2009, PEREIRA, GONTIJO e ABREU, 2015). A Tabela 1, a seguir, apresenta os principais mapeamentos de ecorregiões consultados.

Tabela 1- Principais mapeamentos ecorregionais consultados

Autor	Ano	Local	Método	
			Quantitativo	Interpretativo
CROULEY	1967	Canadá		X
BAILEY	1976	Estados Unidos		X
BAILEY & CUSHWA	1981	América do Norte		X
BAILEY	1983	Continentes		X
OMERNIK	1987	Estados Unidos		X
BAILEY	1989	Mundo		X
IBAMA, *et. al*	1993	Brasil		X
BAILEY	1996	Oceânos		X
HARDING & WINTERBOURN	1996	Nova Zelândia		X
CEC	1997	América do Norte		X
OLSON & DINERSTEIN (WWF)	1998	Globo		X
Griffith *et al.,*	1998	Américas Central e do Sul		X
JEPSON e WHITTAKER	2002	Indonésia	X	
JOSSE *et al.,*	2003	América do Sul		X
LEATHWICK *et al.,*	2003	Nova Zelândia	X	
CEC	2006	América do Norte		X
SAYRE *et al.,* 2008	2008	América Central		X
XIMENES	2008	Interflúvio Madeira-Purus	X	
COMMONWEALTH OF AUSTRALIA	2012	Austrália		X
BLASI, *et al.*	2014	Itália	X	
OMERNIK & GRIFFTH	2014	Estados Unidos		X
GONTIJO e ABREU	2015	Serra do Espinhaço	X	

Em 1998 o World Wildlife Fund - WWF publicou um mapeamento próprio das ecorregiões do globo (OLSON & DINERSTEIN, 1998). Apesar de, em linhas gerais, se alinhar conceitualmente com as definições de ecorregiões do US-EPA, o WWF desenvolveu uma metodologia própria para as ecorregiões do globo, indicando posteriormente as ecorregiões prioritárias para conservação no planeta (OLSON *et al.*, 2001).

Nesses mapeamentos o WWF utilizou uma "hierarquia de tipos de habitat" para a definição das ecorregiões (XIMENES *et al., 2009).* Para escala global o WWF sobrepôs 14

biomas terrestres à 8 regiões biogeográficas. Já na escala regional os limites regionais das ecorregiões foram traçados com auxílio de especialistas de forma intuitiva (OLSON et al., 2001).

Atualmente o mapeamento do WWF apresenta 45 ecorregiões para o Brasil, divididas em biomas e áreas de transição (Figura 1).

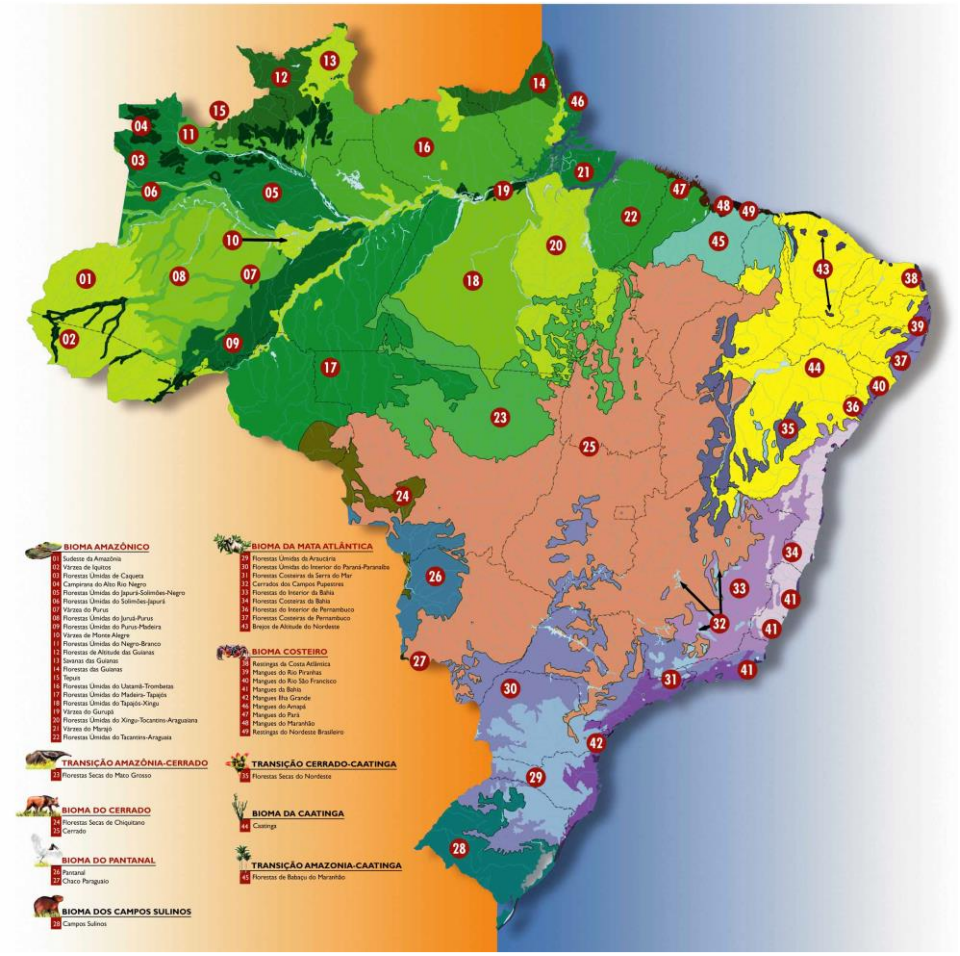


Figura 1 - Mapa das Ecorregiões Brasileiras segundo o WWF

Para o mapeamento das ecorregiões no Brasil o WWF utilizou informações dos mapas do projeto Radar da Amazônia - RADAM, considerando os grandes rios como barreiras geográficas (OLSON *et al.*, 2001). Contudo, o mapeamento do WWF não possui uma metodologia padronizada e não há uma documentação sobre o método de classificação utilizado para delimitar as áreas com características homogêneas (JEPSON & WHITTAKER, 2002). Além disso, o mapeamento apresenta apenas 2 Níveis, se aproximando no de maior detalhe do

que seria o Nível III das agências norte americanas e no de menor detalhamento, algo semelhante aos Biomas do IBGE (2004).

Na mesma linha metodológica, o WWF também participou de uma parceria entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis -IBAMA, as Universidades de Brasília - UnB e Federal de Uberlândia - UFU, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e a organização não-governamental *The Nature Conservancy* - TNC, realizando um mapeamento de 78 ecorregiões brasileiras (Figura 2). A ideia do projeto de mapeamento foi a utilização da divisão por ecorregiões para tornar mais coerente a distribuição das unidades de conservação (MMA, 2017). Esse mapeamento, apesar de ser o mais próximo de um mapeamento oficial, já que foi desenvolvido e adotado pelo IBAMA, não se popularizou para outros fins, ao ponto do mapeamento e dos estudos que o acompanham não estarem disponíveis nem mesmo nos sites das instituições que o desenvolveram.



Figura 2 - Mapa das Ecorregiões Brasileiras (IBAMA, et. al 2003)

Em 1993, Estados Unidos, Canadá e México, buscando alinhar suas ações de conservação e proteção ambiental assinaram o "Acordo de Cooperação Ambiental da América do Norte", através do qual surgiu a Comissão de Cooperação Ambiental (*Commission for*

Environmental Cooperation – CEC). Em 1997 a CEC publicou o Mapa de Ecorregiões da América do Norte (CEC, 1997, atualizado em 2006), expandindo o mapeamento em Nível III para toda a América do Norte e sendo adotado pelas instâncias governamentais de proteção ambiental dos 3 países.

Seguindo a hierarquia em 3 níveis, os Mapas da CEC (1997, 2006; Figura 3), dividiram a América do Norte em 15 unidades ecológicas no Nível I, 52 no Nível II e cerca de 200 no Nível III. O Nível I é apresentado na escala de 1:50.000.000, o Nível II na escala de 1:30.000.000 e o III é apresentado na escala de 1:5.000.000.

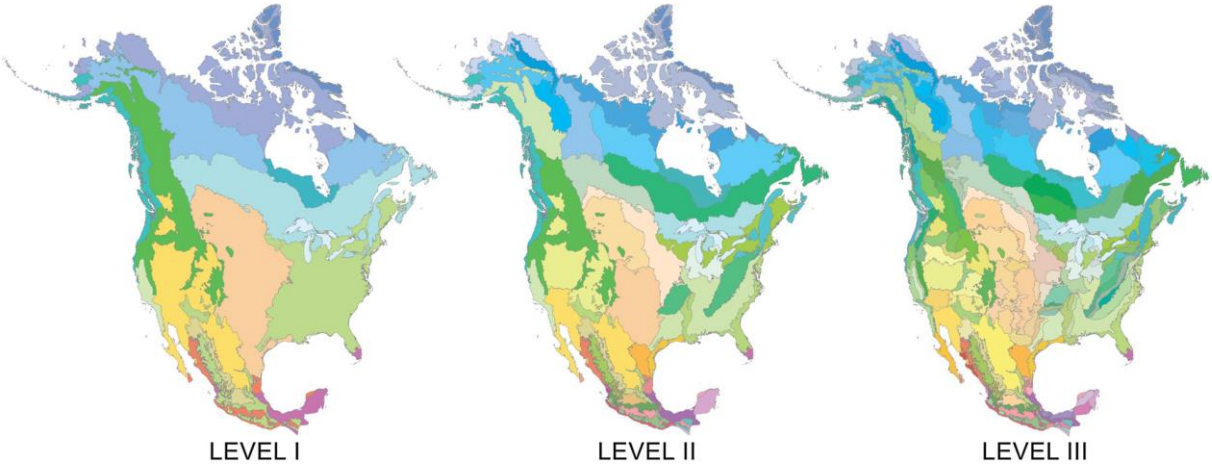


Figura 3 – Níveis I, II e III das regiões ecológicas da América do Norte (CEC, 1997, 2006). Extraído de Omernik & Griffith (2014).

Após esse trabalho, Griffith *et al.*, (1998) estenderam o mapeamento para as Américas Central e do Sul até o Nível III. Esse mapa (Figura 4) estabelece as referências iniciais para o mapeamento aqui desenvolvido, como será detalhado adiante.

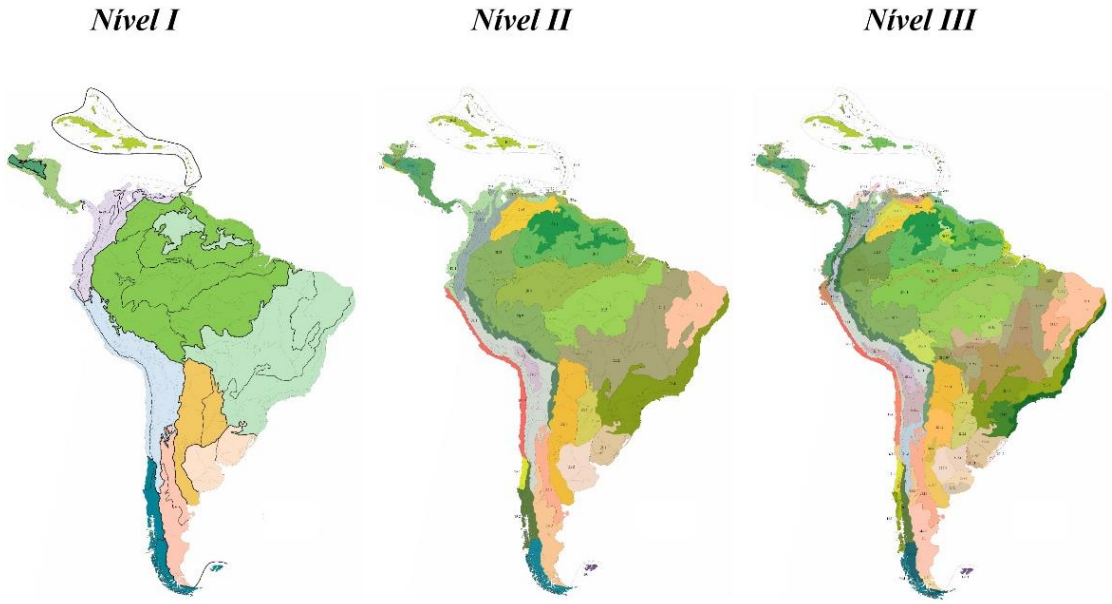


Figura 4 - Níveis I, II e III das regiões ecológicas das América do Sul e Central (Griffith et al., 1998). Extraído e adaptado de: http://ecologicalregions.info (acesso em 27/05/2017)

O mapa de ecorregiões dos Estados Unidos foi revisado em 2014 (OMERNIK & GRIFFITH, 2014), estendendo o mapeamento até o nível IV, com uma escala de apresentação de 1:250.000 (Figura 5).

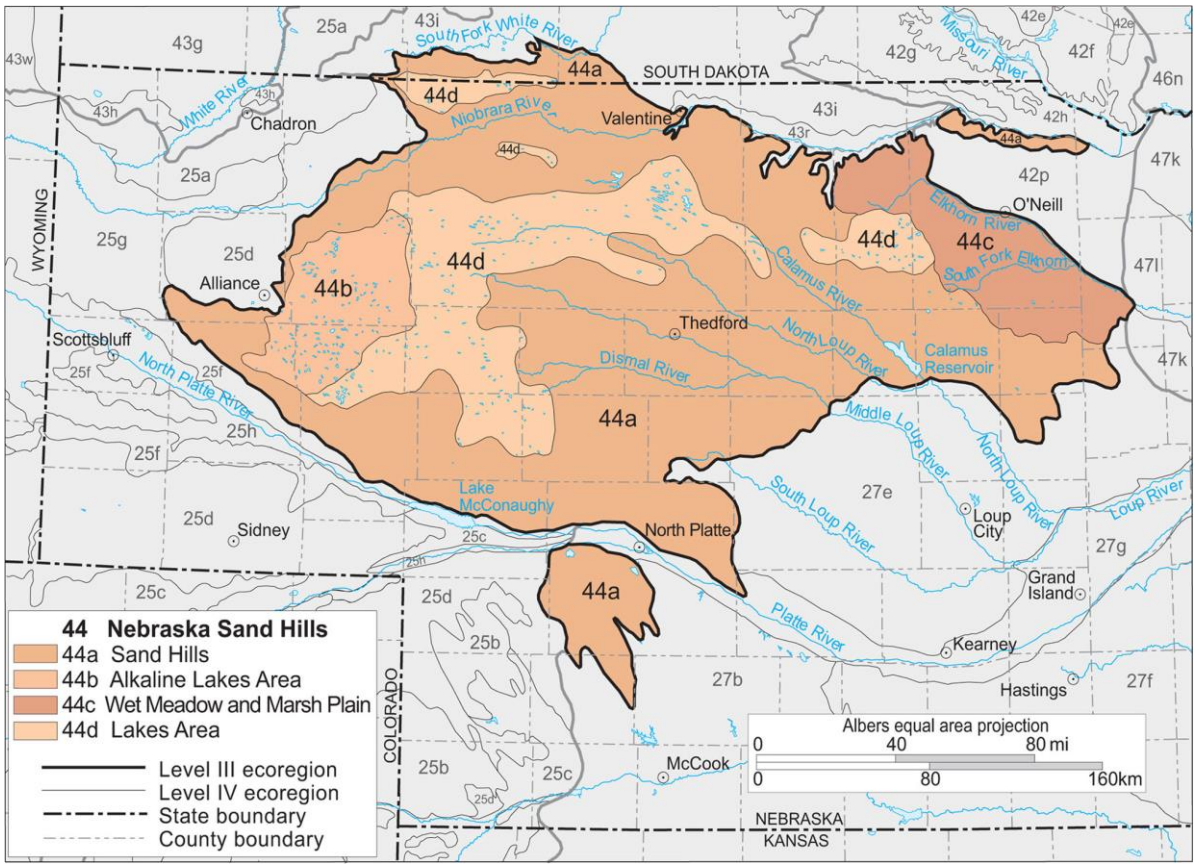


Figura 5 - Níveis III e IV da ecorregião 44 - *Nebraska Sand Hills*. Extraído de Omernik & Griffith (2014)

Por apresentar um nível de detalhamento muito superior aos mapeamentos de 1987 e 2006 e desenvolver uma pesquisa mais extensa sobre mudanças ecológicas históricas e as condições atuais, o mapeamento em Nível IV das ecorregiões dos EUA exigiu um esforço muito maior, envolvendo especialistas e gestores ambientais de diversas áreas do conhecimento e de todos os estados do país, demandando um período de tempo bem maior para sua confecção (OMERNIK & GRIFFITH, 2014). O mapeamento foi dividido em projetos estaduais e a duração de cada projeto variou de um ano e meio a três anos, contando com gestores e especialistas em ecossistemas aquáticos e terrestres, incluindo, dentre outros, pedólogos, geógrafos, geomorfólogos, geólogos, botânicos, hidrólogos, biólogos aquáticos e zoólogos. Embora a dimensão mínima das unidades regionais tenha sido influenciada pela escala de compilação do mapeamento, a importância e o carácter distintivo das pequenas unidades foram geralmente considerados mais significativos do que o estabelecimento de um limite de tamanho numérico rigoroso. Trabalhos de campo também foram realizados para aferição das informações para o mapeamento das ecorregiões em Nível IV dos EUA (OMERNIK & GRIFFITH, 2014), o que demandou um grande volume de recursos humanos e financeiros.

Ao comparar o mapa de 1987 como o de 2014, Omernik & Griffith (2014) observaram a relevância dos avanços do sensoriamento remoto e outras geotecnologias, ocorridos entre os anos 90 até 2012. Embora o processo de mapeamento não tenha sido realizado através de uma abordagem computacional pesada, automatizada, de sobreposição ou de modelagem, os sistemas de informação geográfica e o crescimento exponencial de dados de maior escala e de maior qualidade foram fundamentais para a melhoria da base de dados, da precisão dos limites das ecorregiões e consequentemente da qualidade dos produtos cartográficos e da eficiência na gestão de dados das ecorregiões (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Alguns autores questionam o método “tradicional” desenvolvido no âmbito das agências norte americanas, que utiliza o conhecimento dos especialistas para delimitar as ecorregiões com o auxílio de diversas camadas de informações, pois esse método de delineação manual demanda muito tempo e exige processos laboriosos e dependentes do conhecimento dos especialistas (XIMENES, 2008, HARGROVE & HOFFMAN, 2004, ZHOU *et al.*, 2003 e JEPSON e WHITTAKER, 2002). Na visão desses autores, a subjetividade exerce um papel preponderante no método tradicional e a impossibilidade de reprodução dos experimentos e a falta de uma metodologia padronizada são uma grande desvantagem.

Esses autores argumentam ainda que as regionalizações são modelos que podem ser construídos tanto através de abordagens quantitativas quanto qualitativas, mas os modelos quantitativos são mais explícitos, replicáveis, transferíveis e defensáveis do que os modelos

subjetivos baseados na experiência humana (HARGROVE & HOFFMAN, 2004). Afirmam ainda que capacidade de se transferir o método de regionalização de um lugar a outro e sua replicabilidade torna os modelos quantitativos mais objetivos do que os seus equivalentes qualitativos. Ressaltam que os especialistas humanos podem ser capazes de defender racionalmente o traçado de um limite particular entre ecorregiões. Contudo, eles podem não ser capazes de elucidar o método usado para colocá-lo naquele local preciso (HARGROVE & HOFFMAN, 2004).

Entretanto, os mesmo autores (HARGROVE & HOFFMAN, 2004) assumem que as técnicas quantitativas de ecorregionalização não são perfeitamente objetivas, pois elas ainda continuam a exigir conhecimentos ecológicos subjetivos na escolha das camadas de dados a serem incluídas e na interpretação das ecorregiões resultantes. No entanto, argumentam que a busca de um método quantitativo totalmente descritivo para a ecorregionalização é um objetivo desejável, seja para diminuir ou mesmo substituir a abordagem qualitativa baseada na opinião de especialistas (HARGROVE & HOFFMAN, 2004).

Hargrove & Hoffman, (2004) ressaltam que a capacidade de selecionar e controlar explicitamente as variáveis de entrada permite que as regionalizações quantitativas sejam personalizadas para usos específicos. Usando métodos quantitativos, podem ser criadas ecorregiões de propósito específico para usos específicos, ressaltando características que se perderiam nos modelos tradicionais.

Em contraponto, Omernik & Griffith (2014) argumentam que para que um método de mapeamento seja verdadeiramente replicável, uma pessoa ou grupo independente deve ser capaz de reproduzir um mapa usando apenas a documentação do método, sem que seja consultado o produto final original. Para eles isso só pode ser possível num método como o de Hargrove & Hoffman (2004), se o processo passo a passo for tornado explícito ao ponto de que uma pessoa, ou grupo, que se propusesse a reproduzir o mapa pudesse realizar o trabalho de uma maneira completamente mecanicista. Atualmente esse tipo de documentação não está disponível para qualquer um dos quadros de ecorregionalização existentes (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Omernik & Griffith (2014) argumentam contra a visão de Hargrove & Hoffman (2004) de que um mapa ecorregional produzido usando uma abordagem quantitativa seja mais defensável do que uma abordagem holística/peso da evidência. Para eles a defesa da uma ecorregionalização deve ser julgada por sua utilidade e não pela forma como foi desenvolvida. O pressuposto de Hargrove & Hoffman (2004), de que modelos totalmente quantitativos são mais explícitos, replicáveis, transferíveis e defensáveis do que os modelos subjetivos baseados

na experiência humana é particularmente problemático se a utilidade da ecorregionalização for testada por apenas uma ou duas variáveis, pois isso não é apropriado ao se avaliar ecorregiões (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Um mapa de regionalização de áreas construído para um único propósito, como por exemplo um mapa de solos, fisiografia, vegetação ou de alguma característica de qualidade da água pode ser testado contra padrões de dados coletados de forma independente. Contudo, as ecorregiões representam áreas dentro das quais a similaridade no mosaico é relativa a todos os componentes do ecossistema - bióticos, abióticos, terrestres e aquáticos, tendo ainda o componente humano como parte da biota. Os fatores associados às diferenças regionais nos ecossistemas estão inter-relacionados em um número infinito de formas no tempo e no espaço (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Nesse sentido, as estruturas de ecorregião desenvolvidas usando uma abordagem qualitativa, de ponderação de evidência, provaram ser eficazes para projetos de pesquisa e avaliação que analisam assuntos que refletem interações de muitas características geográficas e ecossistêmicas (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Ainda que as diferentes abordagens partam do mesmo conceito de que ecorregiões sejam áreas relativamente homogêneas, com condições ambientais similares, fica claro que não há um consenso sobre um método padrão para o mapeamento de ecorregiões. Tanto aqueles cujo o método possui uma abordagem predominantemente quantitativa (XIMENES, 2008, HARGROVE & HOFFMAN, 2004, ZHOU *et al.*, 2003, JEPSON e WHITTAKER, 2002) quanto o método tradicional das agências norte americanas (OMERNIK, 1987, CEC, 1997, 2006, OMERNIK & GRIFFITH, 2014), ou mesmo outros com uma abordagem qualitativa própria (BAILEY, 1976, 1994, 1996, OLSON & DINERSTEIN, 1998) possuem pontos fortes e limitações, e irão atender à objetivos distintos.

Como assumido por Hargrove & Hoffman (2004), as técnicas quantitativas de mapeamento de ecorregiões não são perfeitamente objetivas, pois ainda demandam conhecimentos ecológicos subjetivos na escolha das camadas de dados e na interpretação dos resultados. Nesse sentido um modelo de ecorregionalização que elimine o papel da subjetividade e dos conhecimentos do(s) especialista(s) apresenta-se mais como um ideal do que como um fato. Contudo, uma modelagem de dados quantitativos pode sem dúvida trazer à tona elementos que passariam despercebidos contando apenas com o conhecimento dos especialistas.

Os diferentes tipos de classificação e/ou regionalização irão atender as necessidades e propósitos daqueles que os desenvolvem e os empregam em suas tomadas de decisão, existindo

um certo consenso do papel da subjetividade, em maior ou menor grau, no processo de mapeamento. Embora a metodologia empregada na classificação possa se basear em técnicas objetivas e numéricas, a natureza dos dados empregados, o método de análise e os parâmetros utilizados, são todos advindos de decisões subjetivas (JOHNSTON, 1968). Nesse sentido, o uso de uma base de dados produzida por terceiros poderá espelhar elementos ressaltados pelas escolhas realizadas no processo de produção dessas informações. Por outro lado, nem sempre será possível produzir uma base de dados própria, devendo-se assim avaliar individualmente a contribuição das diferentes bases de dados disponíveis.

Diferentes fenômenos podem ser representados de maneiras distintas, sem que isso implique necessariamente que uma representação seja melhor do que a outra, haja vista os diferentes tipos de classificações climáticas, geomorfológicas, fitofisionômicas, etc. (LOVELAND & MERCHANT, 2004). Da mesma forma, a existência de elementos de subjetividade, notadamente a opinião do especialista, bem como o julgamento inerente a qualquer abordagem não implicam necessariamente na redução do rigor ou da validade dos resultados (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA PARCELA MINEIRA DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

O Rio São Francisco possui uma bacia hidrográfica de grande extensão territorial que abrange, parcialmente, sete unidades da federação: os Estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e o Distrito Federal. A área de drenagem é de, aproximadamente, 634.000 km², o que equivale a cerca de 8% do território nacional. Da área total drenada pela bacia, aproximadamente 37% estão em Minas Gerais, 46,5%, na Bahia e 16%, nos Estados de Pernambuco, Sergipe e Alagoas. O território da bacia no estado de Goiás e no Distrito Federal equivale a apenas 0,5% do total. O curso principal do Rio São Francisco percorre uma extensão de cerca 2.700 km, desde suas nascentes na Serra da Canastra, em Minas Gerais, até a sua foz, entre os município de Piaçabuçu, em Alagoas e Brejo Grande, em Sergipe (PATRUS *et al*., 2001).

A grande extensão latitudinal da bacia, somada às altas diferenças de altitude e a fatores orográficos ocasionam uma grande variabilidade climática. A temperatura média anual varia de 18º C na região das nascentes na Serra da Canastra em Minas Gerais a 27º C na altura de Remanso, na Bahia. As temperaturas mínimas variam de 0º C a 15º C, já as máximas absolutas vão de 34º C a 40º C (PATRUS *et al*., 2001). No sentido sul/norte, há um gradativo aumento da temperatura e essa variação ocorre de forma similar com a precipitação. A média da precipitação total no ano é de cerca de 1.700 mm no Alto São Francisco a apenas 400 mm em algumas áreas do Submédio São Francisco, no Polígono das Secas. Já nas proximidades do Oceano Atlântico os valores voltam a ser similares aos do Alto São Francisco (CPRM, 2000). A localização intertropical da bacia, associada às altas temperaturas e baixa nebulosidade na maior parte do ano ocasionam uma elevada evapotranspiração, sobretudo no norte da bacia. No Submédio São Francisco, os valores anuais chegam a 2.140 mm, enquanto no extremo sul e nas áreas de maior altitude são de, aproximadamente, 1.300 mm/ano. Assim, a alta evapotranspiração não compensada pela chuva cria um déficit hídrico que varia de três meses no extremo sul da bacia e chega até 12 meses, na região árida, entre Petrolina e Cabrobó (CODEVASF, 1989).

Evidentemente a grande variação climática ao longo da bacia exerce grande influência na vegetação. A Bacia do São Francisco está inserida em três biomas brasileiros: o Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica, apresentando as diversas fitofisionomias associadas a esses biomas (Figura 6).



Figura 6 – Inserção da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco nos biomas brasileiros.
Bases cartográficas: IBGE e CBH São Francisco.

Cerca de 57% da bacia é coberta pelo bioma Cerrado, que ocupa quase toda a parcela mineira, o oeste e o sul da Bahia. A Caatinga ocupa cerca de 40% da área total e se manifesta onde as condições climáticas são de maior déficit hídrico, ocupando quase todo o norte e o nordeste da bacia, em uma longa faixa que se estende do norte de Minas Gerais até o norte de Pernambuco. O bioma da Mata Atlântica ocupa apenas 3% da bacia, em uma mancha na extremidade sul em Minas Gerais e em outra, na Zona da Mata nordestina, próximo à foz. Contudo, fitofisionomias associadas a esse bioma, como as Florestas Estacionais, são, por vezes, encontradas em áreas dos biomas do Cerrado e da Caatinga, sobretudo nas zonas de transição e nas Áreas de Tensão Ecológica, como na serra do Espinhaço, que margeia o leste da bacia (IBGE, 2004).

A grande diversidade fitofisionômica reflete a grande diversidade de ambientes na bacia e essa variabilidade será refletida no mapeamento das ecorregiões.

3.1. PARCELA MINEIRA DA BACIA SANFRANCISCANA

3.1.1. REDE HIDROGRÁFICA

A Bacia do Rio São Francisco é a que ocupa maior área entre as bacias hidrográficas no estado de Minas Gerais. Estende-se desde a Serra da Canastra, a sudoeste de Belo Horizonte, até a divisa com a Bahia, abrangendo quase toda região central e norte do estado mineiro. Apresenta uma área de 233.600 km², o que representa cerca de 37% da área total da bacia e 39,8% da área total do estado, abrangendo 239 municípios. Sua população é de, aproximadamente, 8.117.743 habitantes, dos quais cerca de 69%, ou seja, 5.579.744 habitantes residem na região metropolitana de Belo Horizonte (IBGE, 2001). O rio nasce na Serra da Canastra a uma altitude de 1.460 m e percorre 1.130 km em Minas Gerais até a divisa com a Bahia, onde tem altitude de 435 m.

Os principais afluentes mineiros são, pela margem direita, os Rios Pará, Paraopeba, Rio das Velhas, Jequitaí, Pacuí e Verde Grande e pela margem esquerda, os Rios Samburá, Bambuí, Marmelada, Indaiá, Borrachudo, Abaeté, Paracatu, Urucuia, Pardo, Pandeiros, Peruaçú, Japoré e Carinhanha (Figura 7)[1]

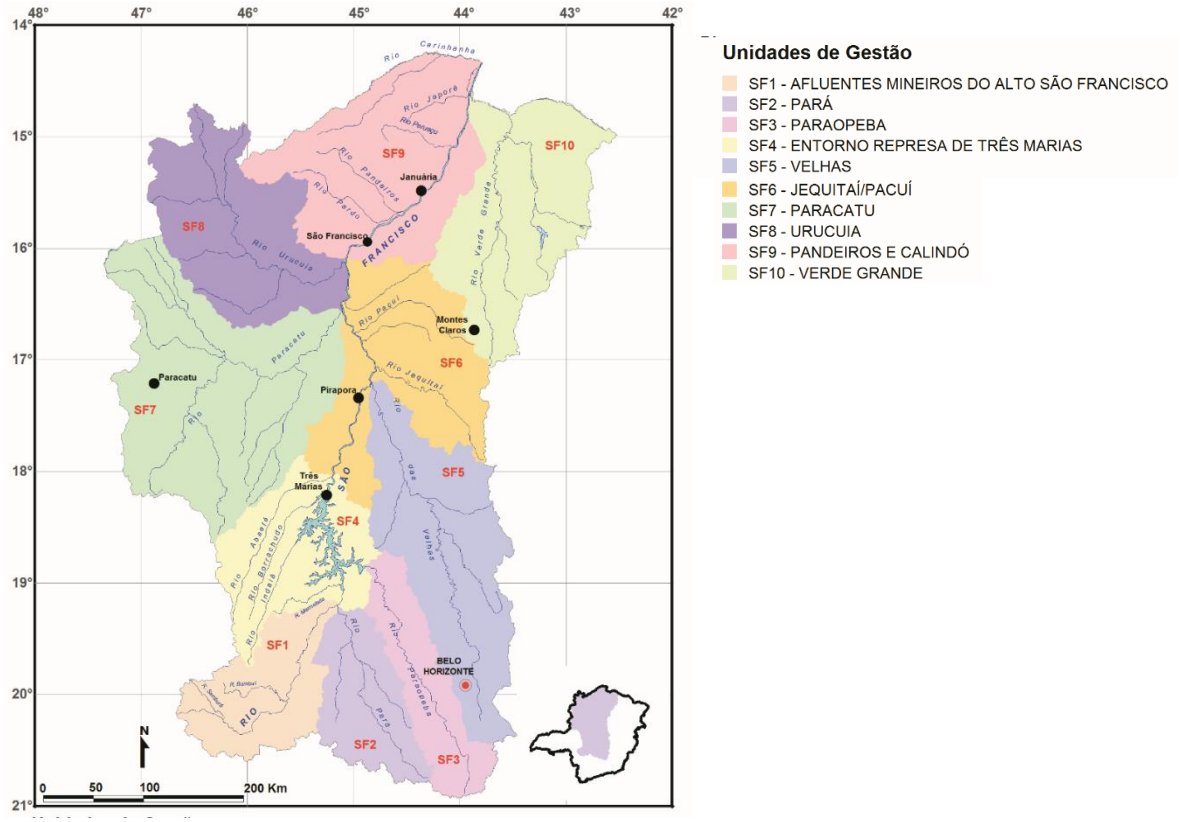


Figura 7 – Inserção dos principais afluentes do Rio São Francisco nas Unidades de Gestão da Bacia.
Bases cartográficas: CBH São Francisco e IBGE.

[1] A subdivisão das Unidades de Gestão da Bacia é a divisão oficial adotada pelo poder público (Estados e União) e comitês de bacia para a gestão das bacias hidrográficas.

3.1.2. GEOLOGIA

Na área de estudo a Bacia hidrográfica do Rio São Francisco sobrepõe a maior parte de sua área à "bacia intracratônica do São Francisco". Uma depressão topográfica em área cratônica, em forma de prato ou alongada, que recebeu sedimentos oriundos de áreas mais elevadas (WINGE *et al.*, 2001).

Segundo Alkmim e Martins Neto (2001), a bacia intracratônica do São Francisco representa a porção sul do cráton homônimo, tendo atuado como bacia em pelo menos quatro estágios distintos no tempo posterior a 1,8 bilhão de anos.

O Cráton do São Francisco, assim como os demais crátons da Plataforma Sul-americana *"representam porções interiores e relativamente estáveis de paleoplacas continentais que, aglutinadas ao final do Proterozoico, vieram a constituir a parte ocidental do supercontinente de Gondwuana"* (ALKMIM & MARTINS NETO, 2001, p. 11) que, por sua vez, originou os atuais continentes sul-americano e africano (Figura 8). Já as áreas extracratônicas da Plataforma Sul-americana correspondem às margens de tais paleoplacas, inicialmente passivas e posteriormente convergentes. No caso da área em questão, essas margens são representadas por cinturões orogênicos que bordejam o cráton.

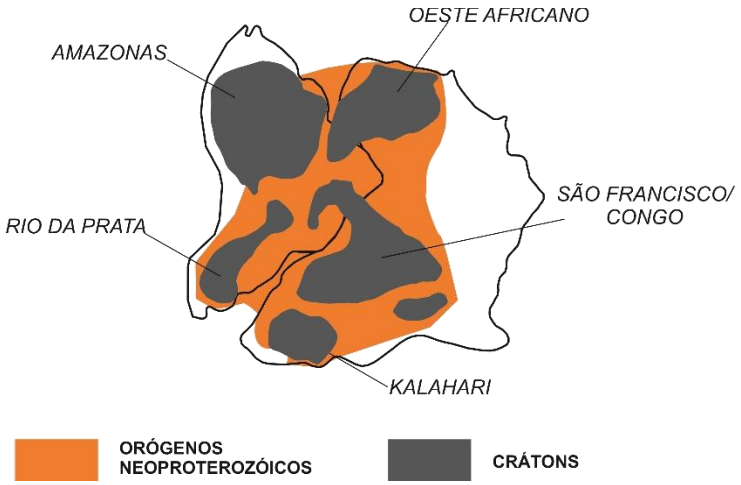


Figura 8 – Reconstrução esquemática do Gondwana Ocidental, mostrando os crátons e os domínios orogênicos neoproterozoicos brasilianos/pan-africanos
(adaptado de Alkmim & Martins Neto, 2001).

Os cinturões orogênicos neoproterozoicos que circundam o Cráton do São Francisco o limitam e estabelecem uma rede de drenagem para seu interior. Esses cinturões estão representados a leste pela Faixa Araçuaí; a oeste pela Faixa Brasília; ao sul pela faixa Alto Rio Grande; a noroeste pela Faixa Rio Preto; e a norte as faixas Riacho do Pontal e Sergipana (Figura 9). Já a bacia intracratônica é delimitada a leste pela Faixa Araçuaí, a oeste e a norte

pelas faixas Brasília e Rio Preto, respectivamente, e a nordeste pelas Serras do Espinhaço Setentrional e do Boqueirão, formando ali o corredor intracratônico do Paramirim. Já ao sul, a bacia intracratônica é delimitada pelo contato entre as rochas do Supergrupo São Francisco e as rochas do embasamento (>1,8 Ga).

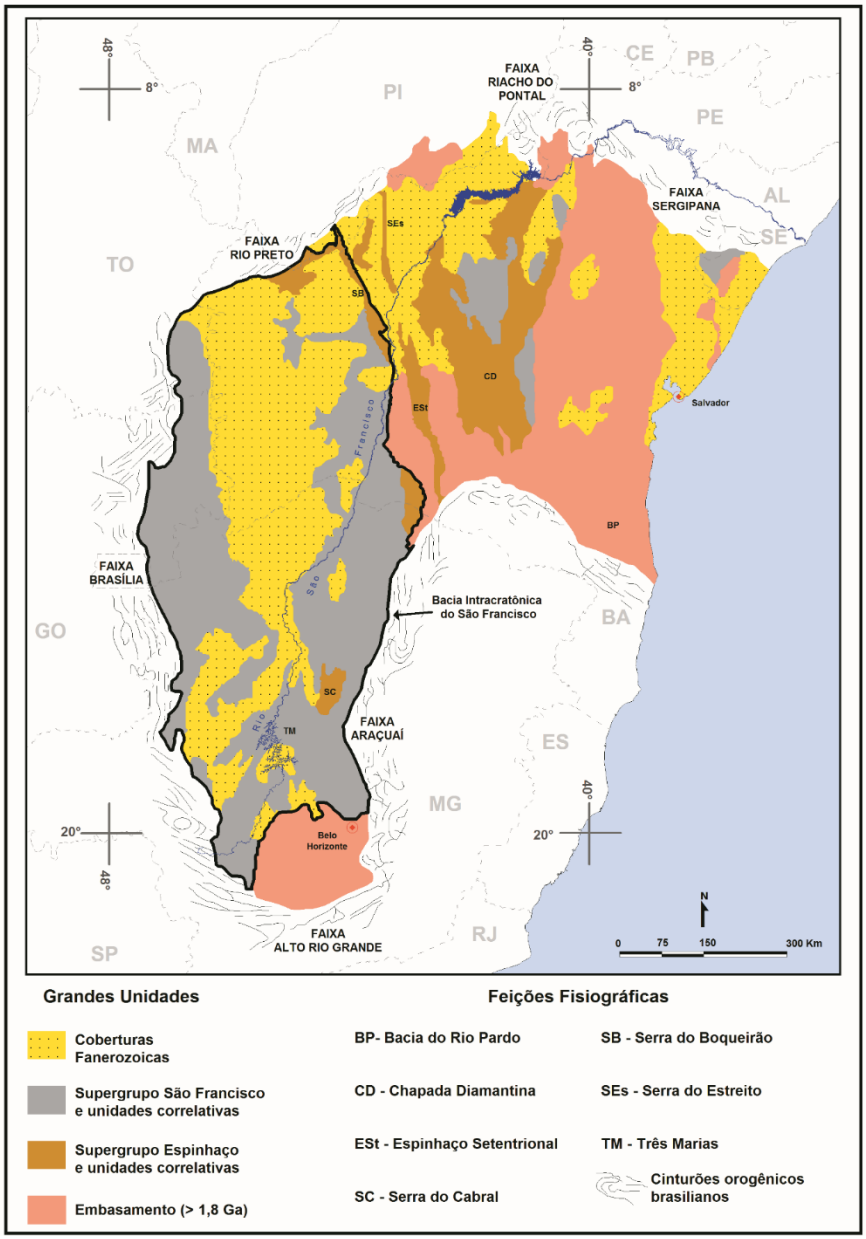


Figura 9 – Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco
(adaptado de Alkmim & Martins Neto, 2001).

Em sua porção mineira, com exceção do extremo sul do cráton, onde afloram as rochas do embasamento, a rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do São Francisco desenvolveu-se sobre a bacia intracratônica, tendo os cinturões orogênicos como divisores de águas que delimitam a bacia hidrográfica. Assim, apesar da diferenciação entre Bacia Intracratônica,

Bacia Hidrográfica e Cráton do São Francisco, tratamos aqui de uma história geológica, intra e pericratônica que abrange as três áreas. A Figura 10 mostra a inserção da Bacia Intracratônica do São Francisco no Cráton homônimo, assim como a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e os cinturões orogênicos que circundam o cráton.

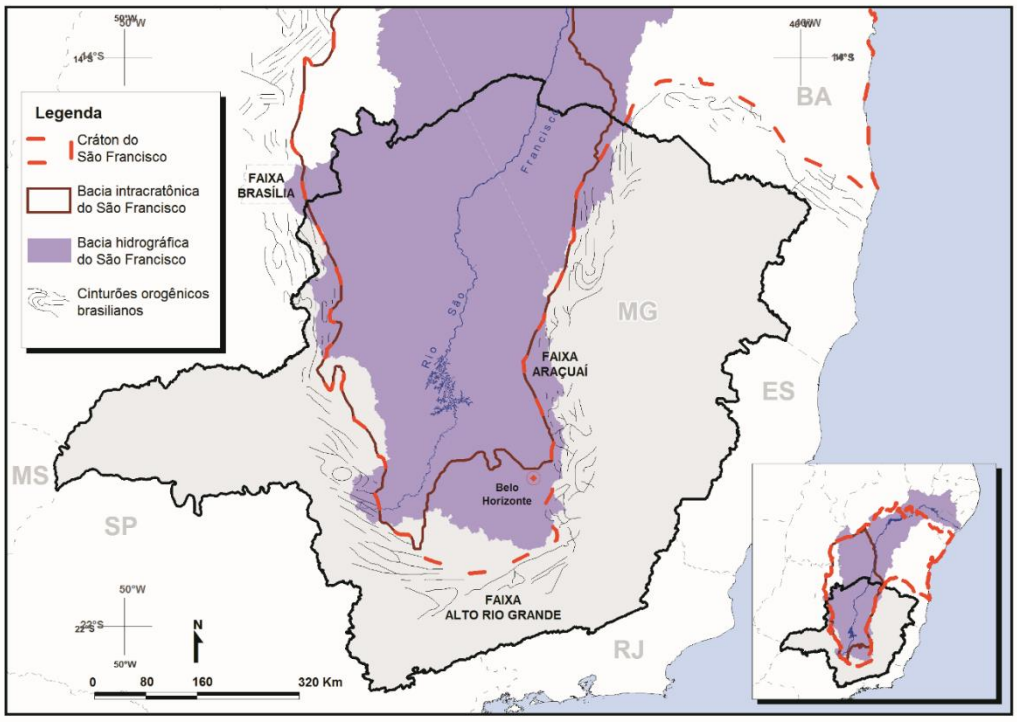


Figura 10 – Distribuição espacial do Cráton, Bacia Intracratônica e Bacia Hidrográfica do São Francisco em Minas Gerais.
Base Cartográfica: IBGE (cinturões orogênicos vetorizados a partir da rasterização de Alkmim & Martins Neto, 2001).

Almeida (1977) considera que o processo de cratonização ocorreu ao fim do Ciclo Transamazônico (entre 2,26 Ga e 1,86 Ga) e, por isto, considerou como embasamento do cráton as rochas mais antigas que as do Supergrupo Espinhaço, já que uma pronunciada discordância separa o Supergrupo Espinhaço das unidades mais antigas. Assim, conhecendo-se hoje as idades das rochas mais antigas do Supergrupo Espinhaço, entende-se por embasamento, nesse caso, todas as rochas com idade superior a 1,8 bilhão de anos e como unidades de preenchimento as rochas mais jovens em relação a essa idade.

A história geológica da Bacia Intracratônica do São Francisco é marcada por pulsos de subsidência que foram induzidos por processo de natureza muito diversa e separados por grandes lapsos temporais. Ou seja, os eventos deposicionais ocorreram em cenários geotectônicos muito distintos e a Bacia Intracratônica do São Francisco pode também ser vista como uma sucessão de bacias superpostas (ALKMIM & MARTINS NETO, 2001).

Os distintos ciclos deposicionais da Bacia Intracratônica do São Francisco originaram 4 unidades litoestratigráficas principais, sendo elas: 1) o Supergrupo Espinhaço, a mais antiga de todas, de idade paleo/neoproterozoica; 2) o Supergrupo São Francisco (Grupos Macaúbas e Bambuí) de idade neoproterozoica; 3) o Grupo Santa Fé de idade permocarbonífera e; 4) os grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia, de idade cretácea. O mapa geológico simplificado do Cráton São do Francisco, a seguir, mostra a distribuição das grandes unidades litoestratigráficas (Figura 11).

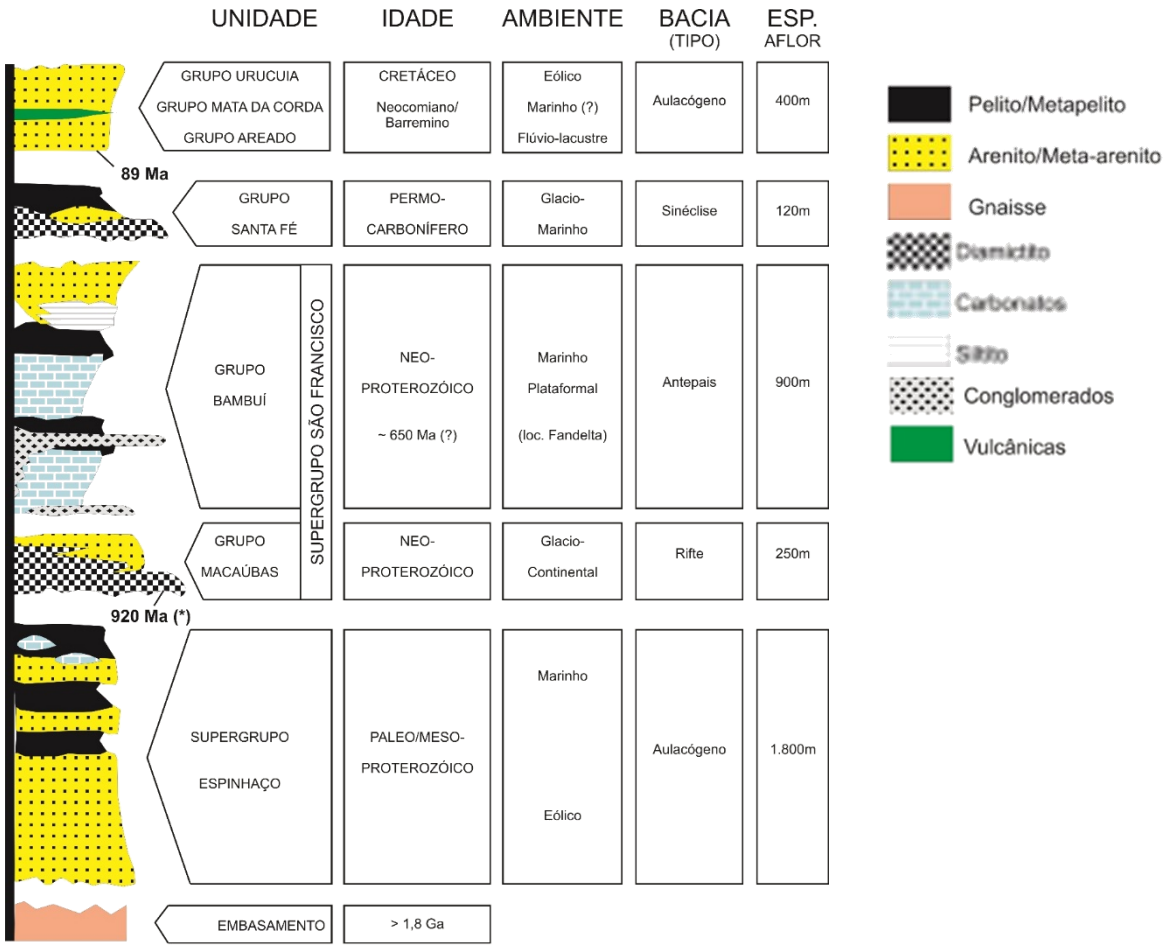


Figura 11 – Coluna estratigráfica simplificada da Bacia Intracratônica do São Francisco
(adaptado de Alkmim & Martins Neto, 2001). Legenda: ESP. Aflor. = Espessura Aflorante.

Este arcabouço estrutural exerce hoje uma preponderante influência sobre o relevo atual, inter e pericratônico, conformando a atual rede de drenagem, influenciando o clima e, consequentemente, a fisionomia da vegetação, como será visto a seguir.

3.1.3. RELEVO

A Bacia do Rio São Francisco está inserida sobre quatro unidades morfoestruturais[2]: (i) Crátons Neoproterozoicos, (ii) Cinturões Móveis Neoproterozoicos, (iii) Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas e (iv) Depósitos Sedimentares Quaternários (IBGE, 2006).

Comparando o mapa de Domínios Morfoestruturais com o mapa de Altimetria em Minas Gerais (Figuras 12 e 13), nota-se a influência estrutural sobre o macrorelevo da bacia hidrográfica sanfranciscana. Os Cinturões Móveis correspondem às áreas de maior altitude, possuem a morfologia de serras e planaltos, e estão localizados nas bordas da bacia. Os Crátons Neoproterozoicos e as Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas estão associados às chapadas e depressões, enquanto os Depósitos Sedimentares Quaternários são áreas planas rebaixadas (planícies), localizadas nas proximidades dos principais cursos d'água.

As planícies são terrenos baixos, planos ou suavemente ondulados, formados pela acumulação de material sedimentar (IBGE, 2006). Na porção mineira da Bacia do São Francisco correspondem as áreas de menor altitude (até 500 m), que estão localizadas ao longo do curso e da planície de inundação do Rio São Francisco e de seus grandes afluentes do norte mineiro (Urucuia, Paracatu e Verde Grande; Figura 14). Os sedimentos quaternários presentes nessas áreas são provenientes de processos deposicionais aluviais ocorridos ao longo da evolução fluvial desses cursos d'água.

As chapadas são formas de relevo com o topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral limitadas por escarpas e situadas em altitudes mais elevadas, o que as diferenciam dos tabuleiros (IBGE, 2006). No caso da Bacia do São Francisco, em Minas Gerais, as chapadas, de modo geral, estão em altitudes entre 700 e 900 m e correspondem ao domínio morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozoicas (Figura 14).

Segundo o IBGE (2006), os "*Patamares são relevos planos ou ondulados, elaborados em diferentes classes de rochas, constituindo superfícies intermediárias ou degraus entre áreas de relevos mais elevados e áreas topograficamente mais baixas*".

[2] "Os Domínios Morfoestruturais constituem a maior divisão na classificação adotada. Eles organizam a causa dos fatos geomorfológicos, derivados de eventos geológicos de amplitude regional, sob a forma de entidades geotectônicas, com a presença de uma ou mais classes de rochas dominantes. Tais fatores geram arranjos regionais de relevos com morfologias variadas, mas que guardam relação de causa entre si, estabelecendo uma inter-relação das mesmas com a estrutura geológica" (IBGE, 2006).

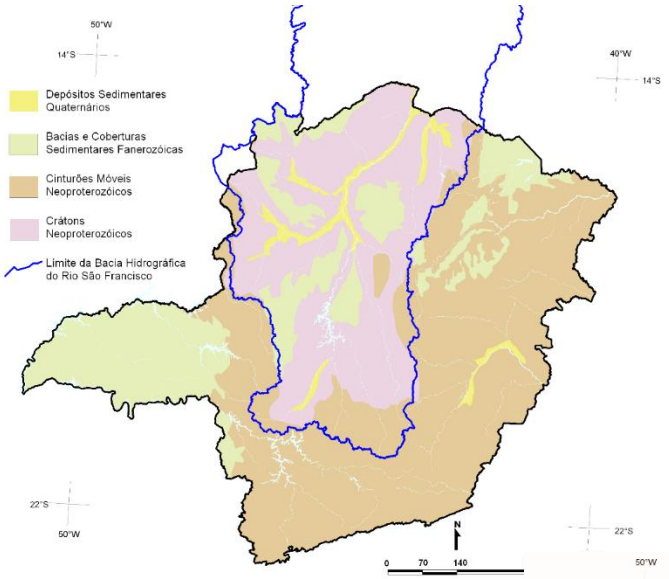


Figura 12 – Inserção da Bacia Hidrográfica do São Francisco nos Domínios Morfoestruturais em Minas Gerais (adaptado de IBGE 2006).

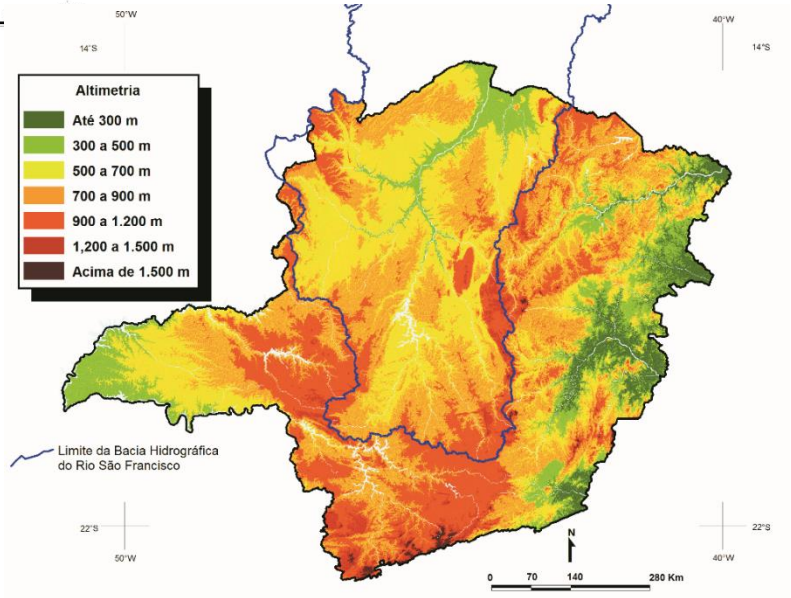


Figura 13 – Inserção da Bacia Hidrográfica do São Francisco na altimetria de Minas Gerais (elaborado a partir de imagens SRTM 2005 da EMBRAPA).

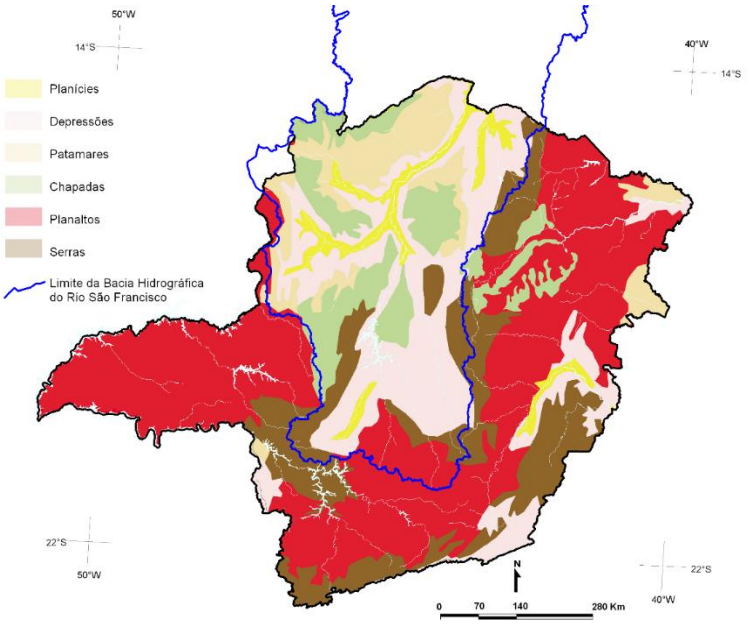
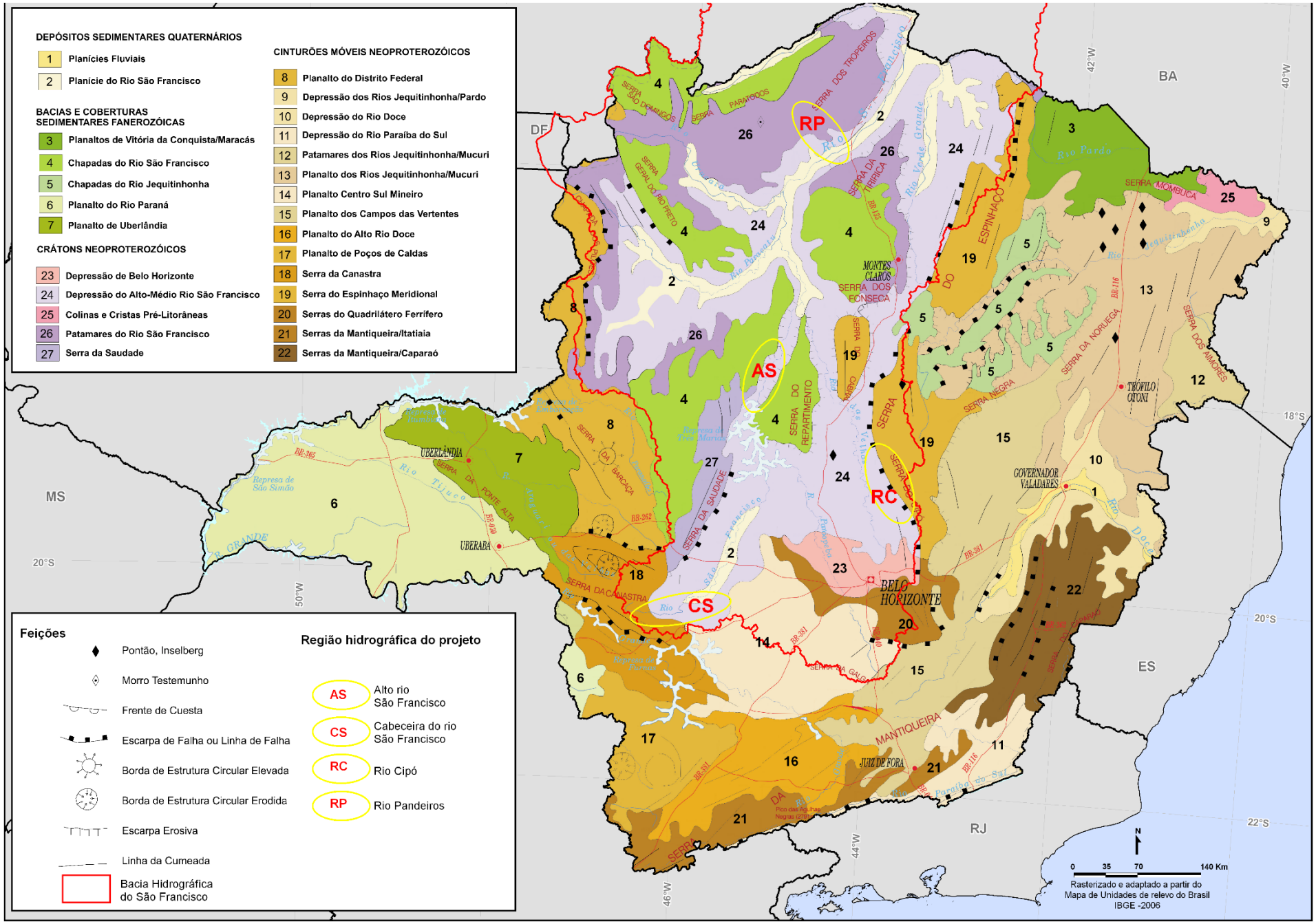


Figura 14 – Inserção da Bacia hidrográfica do São Francisco nas regiões Geomorfológicas em Minas Gerais (adaptado a partir de IBGE, 2006).

Figura 15 - Inserção da bacia hidrográfica do São Francisco nas Unidades de Relevo de Minas Gerais.



As depressões são terrenos situados abaixo de nível altimétrico de regiões vizinhas, podendo ter diferentes origens, formas e classes de rochas (IBGE, 2006). Na área de estudo, destaca-se a Depressão Sanfranciscana, uma denominação genérica para extensas áreas aplainadas na Bacia do São Francisco (CETEC, 1983); e a Depressão Belo Horizonte, localizada ao norte do Quadrilátero Ferrífero. Ambas as áreas são produtos da forte dissecação do relevo e encontram-se circundadas por chapadas, patamares, serras e planaltos.

Os planaltos são relevos de altitude elevada, podendo ser planos ou movimentados (dissecados), com as bordas escarpadas ou em rampas suaves. Já as serras são terrenos com altas cotas altimétricas e elevada amplitude topográfica. Caracterizam-se pela presença de cristas, cumeadas e declividades altas (IBGE, 2006). Na parcela mineira da Bacia do São Francisco, os planaltos correspondem às áreas extracratônicas e, juntamente com as serras definem os cinturões neoproterozoicos.

As unidades de relevo apresentadas no mapa do IBGE (Figura 15), originalmente desenvolvido na escala de 1:5.000.000, nos permite uma compreensão de maneira simplificada do quadro geomorfológico da área de estudo. Contudo, o mapa de Geodiversidade desenvolvido pela CPRM (2008), na escala de 1:1.000.000 (Figura 16) apresenta contornos mais detalhados e será tomado como referência no desenvolvimento metodológico da proposta aqui apresentada.

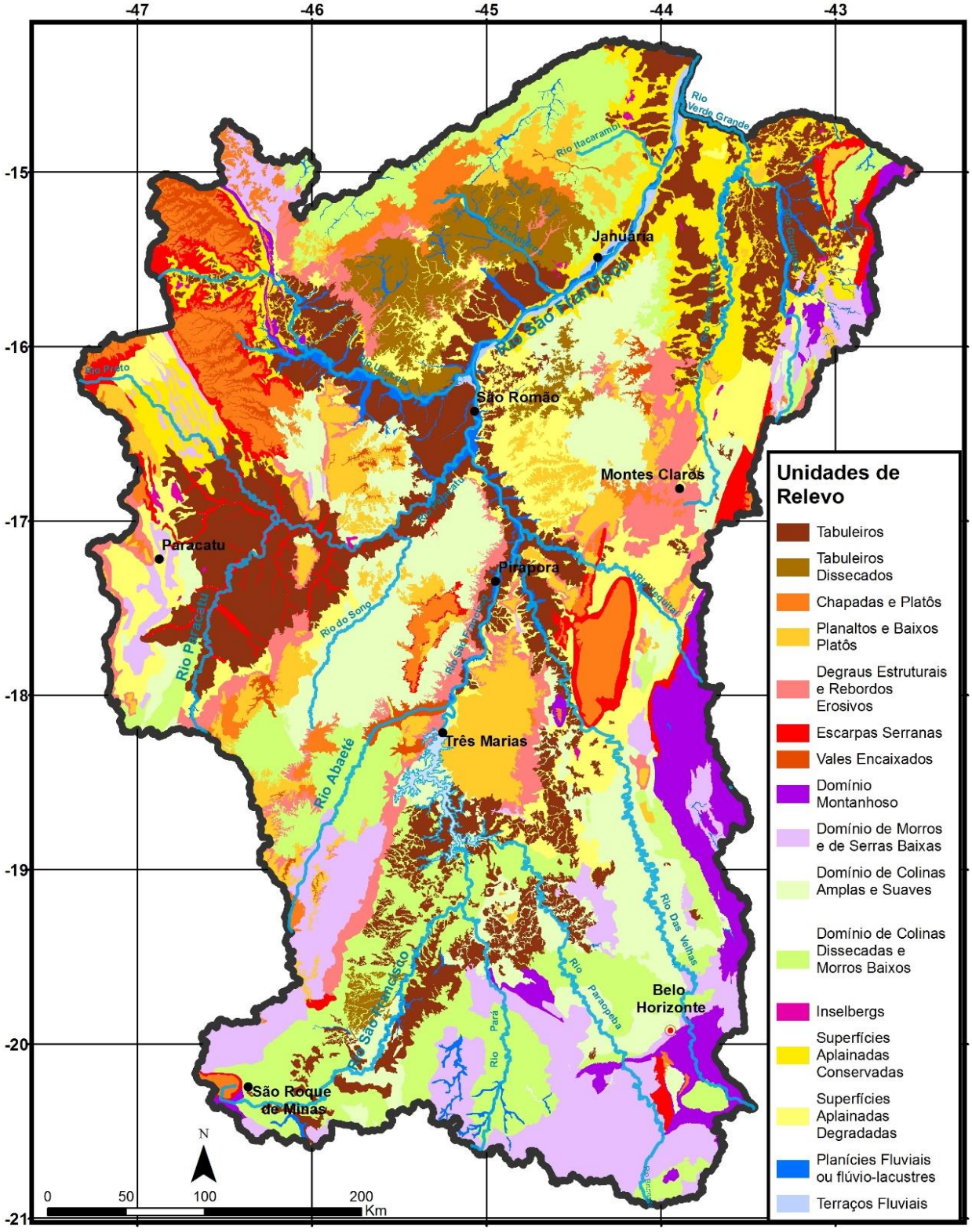


Figura 16 - Unidades de relevo (CPRM, 2008) na área de estudo

3.1.4. CLIMA

A parcela mineira da Bacia do São Francisco também é caracterizada por uma grande variabilidade climática. A temperatura média anual varia de 18° C próximo à cabeceira do Rio São Francisco (com temperaturas máximas chegando a 35° C e mínimas próximas a 0° C), a 24° C no norte de Minas próximo à divisa com a Bahia (com máximas de 40° C e mínimas de 8° C) (PATRUS *et al*., 2001).

A amplitude térmica é de cerca de 6° C na cabeceira do Rio São Francisco, e 4° C na divisa com a Bahia. (PATRUS *et al*., 2001). A média de insolação varia de 1.900 h próximo a cabeceira do Rio São Francisco a 2.800 h no norte de Minas Gerais, onde há menor nebulosidade e menos chuvas. Os meses de maior insolação são julho e agosto, já os de menor insolação são novembro, dezembro e janeiro. De forma inversa à insolação, os meses de maior nebulosidade são novembro e dezembro, e os meses de menor nebulosidade são julho e agosto. (PATRUS *et al*., 2001).

O regime hídrico em toda a porção mineira da bacia é tipicamente tropical, com uma estação seca durante o inverno e grande quantidade de chuvas no verão. O mês mais chuvoso é dezembro e a precipitação no trimestre mais chuvoso, novembro a janeiro, corresponde de 53% a 60% do total anual. Já o período seco varia espacialmente, sendo que no extremo sul ele corresponde a quatro meses, indo de maio a agosto, enquanto no norte ele chega a seis meses, estendendo-se de abril a setembro. Já o mês mais seco é predominantemente julho (ANA *et al*., 2004; Gráfico 1).

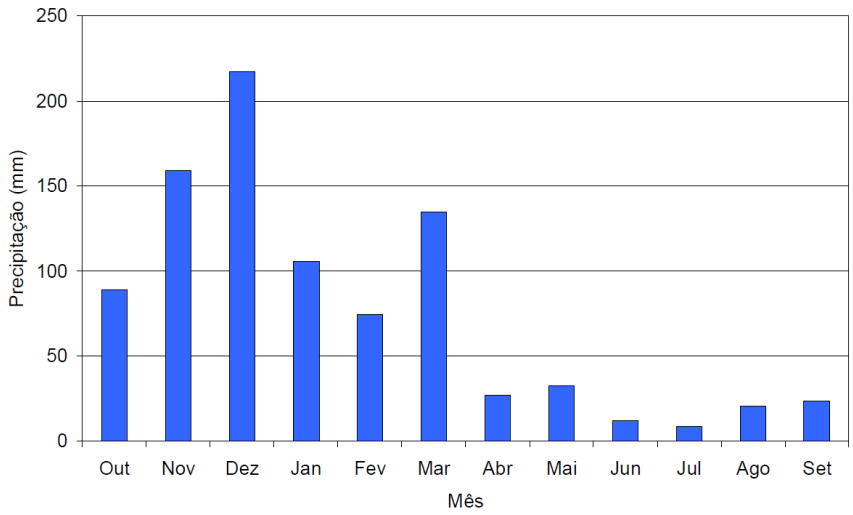


Gráfico 1 - Precipitação média mensal na Bacia do São Francisco, a montante da usina hidrelétrica de Xingó (Histórico: 1931 a 2001).
Fonte: ANA *et al*., 2004.

Os maiores índices pluviométricos ocorrem na cabeceira da bacia e decrescem gradativamente na direção da jusante, passando de 1.700 mm por ano, próximo as nascentes do rio, à 800 mm ao ano no norte de Minas Gerais (Figura 17).

Também se percebe uma variação da pluviosidade no sentido leste-oeste, sendo que a incidência de precipitações é maior na porção oriental da bacia. Essa diferença indica que a margem direita da Bacia do Rio São Francisco, em Minas Gerais, é mais seca quando comparada à margem esquerda, o que, segundo Rodriguez (2008), se reflete no comportamento das vazões específicas dos seus tributários.

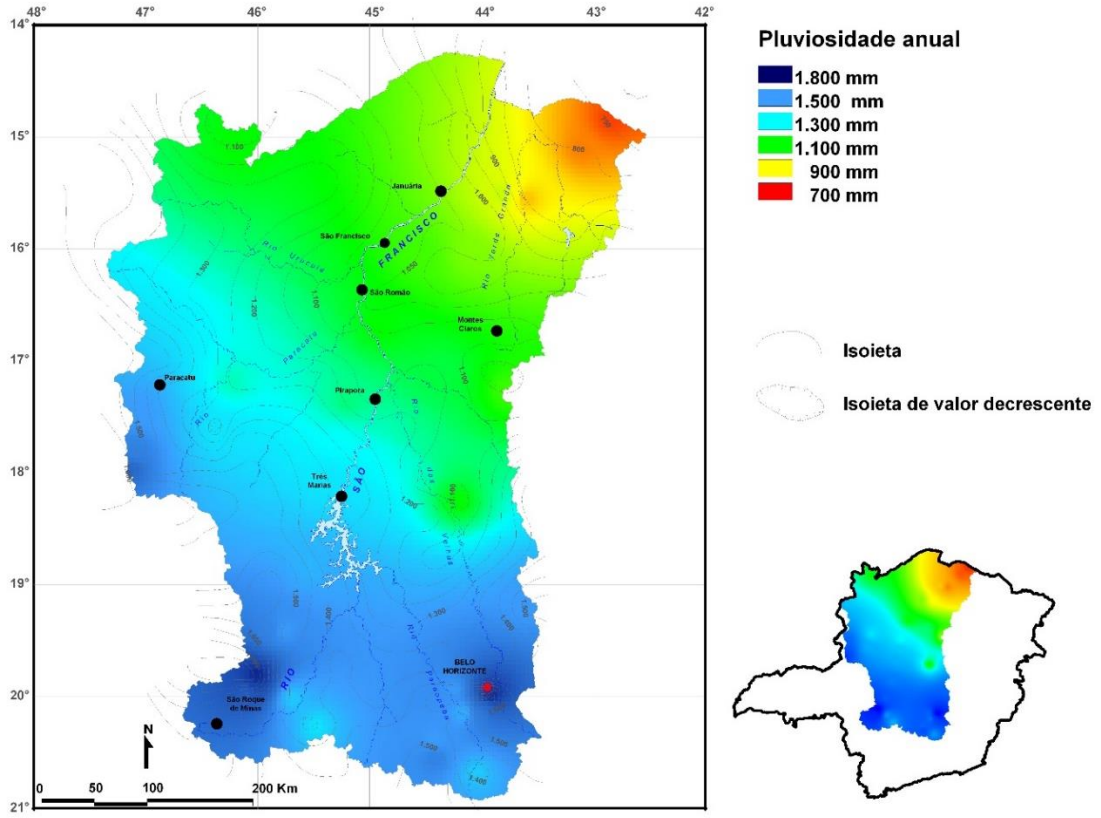


Figura 17 – Isoietas totais anuais para a parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em Minas Gerais
(vetorizado e adaptado de CPRM 1997 apud Patrus *et al*., 2001).

Existe uma grande variação nos índices anuais de pluviosidade, à medida que nos dirigimos para as regiões mais ao norte da bacia. Enquanto na região da Serra da Canastra, nas áreas de cabeceiras, essa variação é inferior a 20%, no norte de Minas ela pode chegar a 40%. Assim, nas regiões com maior variação da precipitação anual pode haver anos com mais que o dobro da pluviosidade esperada para o período e anos de muita estiagem, o que reduz a representatividade dos valores médios anuais na análise do clima nessas regiões (PATRUS *et al*., 2001).

É clara a diferenciação climática entre as regiões da cabeceira do Rio São Francisco e da encosta da Serra do Espinhaço em relação ao clima encontrado no centro do vale e na margem esquerda do rio, assim como fica evidente a aridez na porção norte de Minas Gerais.

Dentre as várias classificações climáticas existentes, a classificação de Köppen, desenvolvida a mais de 140 anos atrás, ainda é o sistema mais utilizado pelas sociedades geográficas e climatológicas de todo o mundo (ALVARES, *et al.*, 2013) e é caracterizado pela utilização de regras simples e bem reconhecidas, e letras que configuram o símbolo climático.

Alvares *et al.*, (2013) desenvolveram um sistema de informação geográfica que foi capaz de mapear os tipos de clima de Köppen com base em dados mensais de temperatura e precipitação a partir de 2.950 estações meteorológicas. Os mapas de temperatura foram descritos espacialmente usando equações multivariadas que levaram em conta as coordenadas geográficas e a altitude; e a resolução do mapa (100 m) foi semelhante ao modelo de elevação digital derivado da Missão de Topografia do Radar *Shuttle*. Os padrões de precipitação foram interpolados usando *kriging*, com a mesma resolução de mapas de temperatura. O mapa climático final obtido para o Brasil (851.487.700 ha) tem uma alta resolução espacial (1 ha) que permite observar as variações climáticas ao nível da paisagem (ALVARES, *et al.*, 2013).

Os tipos de clima de Köppen são simbolizados por dois ou três caracteres, onde o primeiro indica a zona climática e é definido pela temperatura e precipitação, o segundo considera a distribuição da chuva e a terceira é a variação sazonal da temperatura.

Na área de estudo foram identificados por Alvares, *et al.*, (2013) 4 tipos climáticos: “As”, “Aw”, “Cwa” e “Cwb” (Figura 18). Os critérios adotados para o mapeamento desses tipos climáticos podem ser visualizados na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2 – Critérios de temperatura e precipitação para a classificação climática de Köppen segundo Alvares et.al. (2013)

Clima				Temperatura			Precipitação	
Simbolo	1ª Letra	2ª Letra	3ª Letra	Temp. Mês+Frio	Temp. do Mês+Quente	Temperatura média anual	Precipitação Mensal	Precipitação Anual
As	A (Tropical)	s (com verão seco)		≥ 18 ° C				< 25 (100 - RSDRY)
Aw	A (Tropical)	w (com inverno seco)						< 25 (100 - RWDRY)
Cwa	C (Sub-tropical húmido)	w (com inverno seco)	a (verão quente)	≥ -3 ° < C & < 18 ° C	≥ 22 ° C		RDRY > 40 mm	
Cwb		w (com inverno seco)	b (verão temperado)			< 22 ° C & TM10 ≥ 4	RSWET ≥ 10 * RWDRY	

RDRY = Precipitação do mês mais seco, RSDRY = Precipitação do mês mais seco do verão, RSWET = Precipitação do mês mais úmido no verão, RWDRY = Precipitação no mês mais seco do inverno, TM10 = número de meses em que a temperatura está acima de 10 ° C.

Para padronizar a média sazonal e os cálculos totais de temperatura e precipitação, o verão foi considerado como os seis meses mais quentes do hemisfério sul (de outubro a março) e o inverno como os seis meses mais frios do hemisfério sul (de abril a setembro) (ALVARES, *et. al.*, 2013).

Observando os critérios utilizados e o mapa da classificação climática para a área de estudo percebemos uma forte influência do relevo sobre a delimitação das classes.

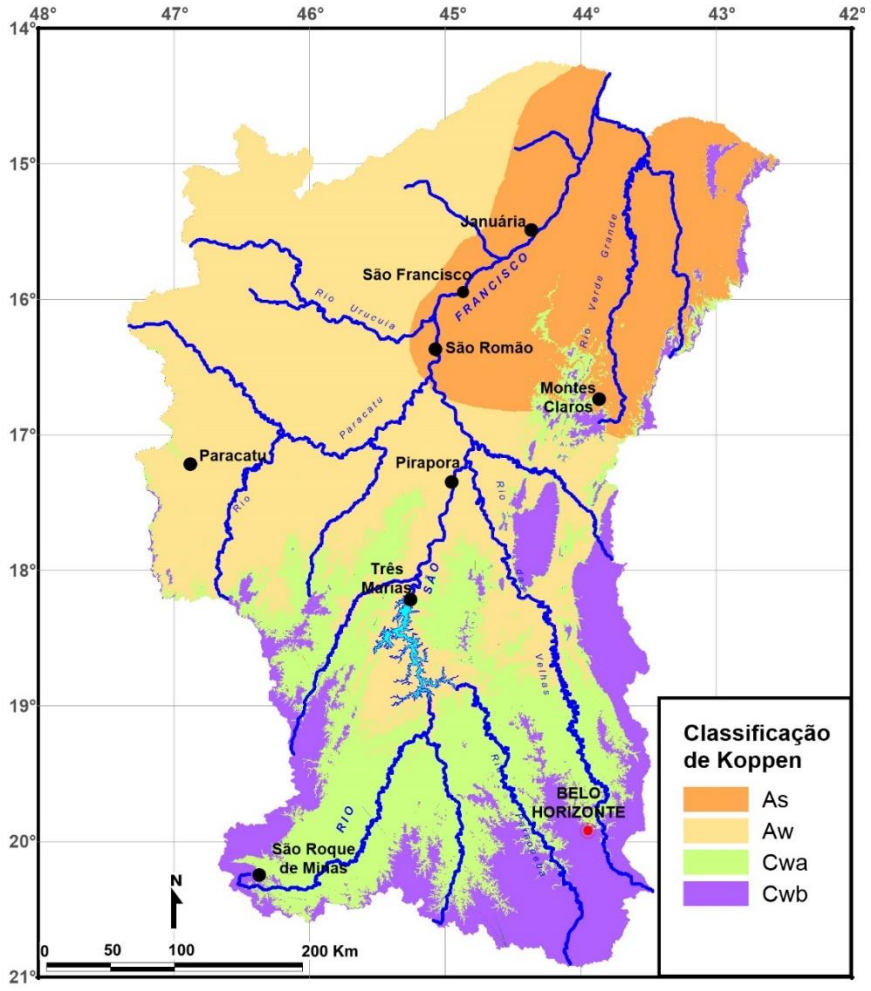


Figura 18 – Classificação Climática de Köppen aplicada a área de estudo (ALVARES, et al., 2013).

Apesar de toda a área de estudo estar localizada entre os trópicos, a altitude condiciona às áreas mais elevadas climas tipicamente subtropicais, "Cwa" e Cwb". Percebe-se também um escalonamento do clima Cwb, nas áreas de maior altitude e verão temperado, passando pelo clima Cwa, nas altitudes intermediárias com verão quente, até os climas tropicais, As e Aw, nas áreas de menor altitude.

Apesar da concentração da chuva nos meses de verão em toda a área de estudo, grande parte do norte da área de estudo está classificada com o clima As, caracterizado

pelo verão seco. Isso ocorre devido à baixa precipitação média nessa região, mesmo no verão, e ao critério adotado por Alvares, *et al.*, (2013) que levou em conta apenas a precipitação do mês mais seco do verão, considerado como os 6 meses mais quentes.

A classificação "As", aplicada ao norte de Minas, é a mesma de boa parte do nordeste do Brasil. Um clima tropical, com inverno quente e com baixa precipitação anual.

O clima "Aw" também é tipicamente tropical. Apresenta inverno seco e com temperaturas mais amenas e verão quente e chuvoso. Ocupa o centro e o noroeste da área de estudo.

As áreas mais elevadas como toda a extensão das serras do Espinhaço e Cabral, o Planalto Centro-Sul Mineiro, a Serra da Canastra e as Serras que bordejam o sudoeste da bacia são classificadas como clima Cwb, que apresenta um verão chuvoso e temperaturas mais amenas mesmo no verão.

Já o clima Cwa, apresenta-se bordejando as áreas de clima Cwb e difere-se desse tipo climático por apresentar um verão mais quente.

Até aqui, observamos uma forte interação entre a história geológica da bacia e o relevo atual e percebemos que esse relevo também influencia, regionalmente, o clima. A seguir veremos que a conjugação desses fatores determinam a distribuição das diferentes fisionomias vegetais ao longo do território da Bacia do São Francisco.

3.1.5. VEGETAÇÃO

Ao longo da parcela mineira da bacia sanfranciscana encontra-se uma cobertura vegetal característica de três grandes biomas do território brasileiro (Figura 19), apresentando uma grande diversidade de fitofisionomias, associadas a contextos climáticos e geomorfológicos igualmente diversos. Essas características dão origem a um cenário complexo, no qual a vegetação se estrutura de formas diferentes de acordo com o regime hídrico, com o contexto climático, com o relevo, com a litologia e o solo de cada região.

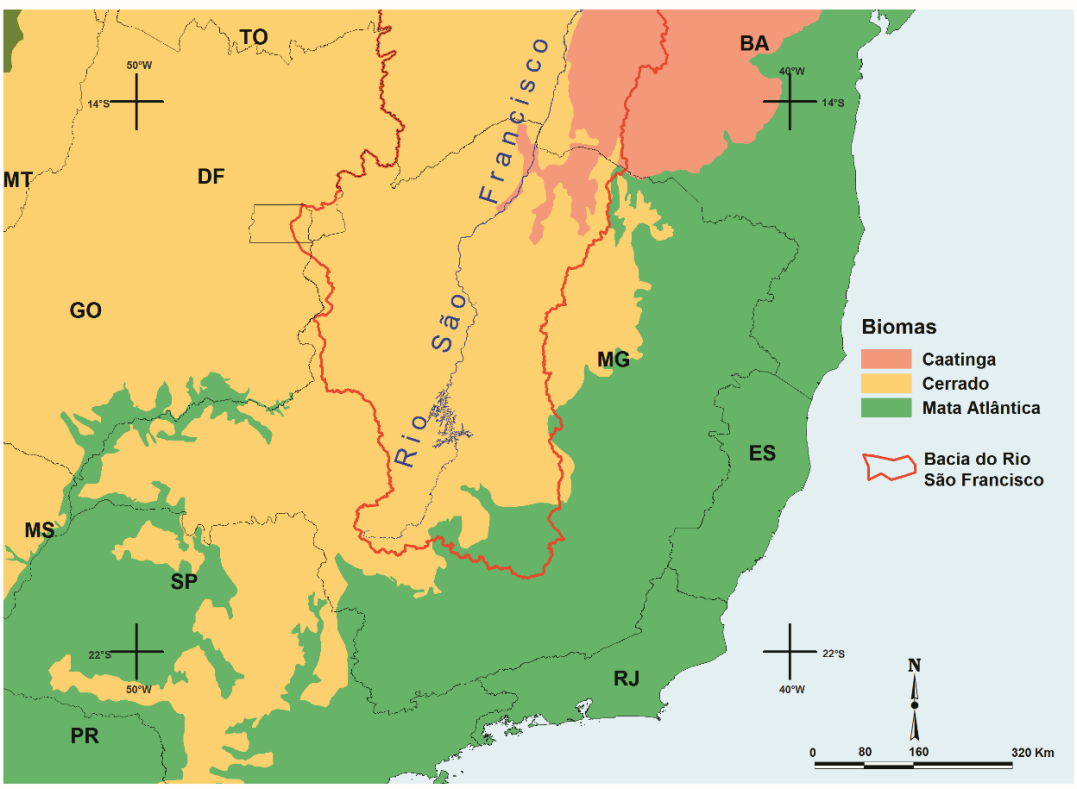


Figura 19 – Inserção da parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco nos Biomas Brasileiros.
Bases cartográficas: IBGE e CBH São Francisco.

A Bacia do São Francisco em Minas Gerais abarca os biomas do Cerrado, da Mata Atlântica e da Caatinga e apresenta as seguintes fitofisionomias: Campo Rupestre, Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Cerrado, Cerrado *stricto sensu*, Cerradão, Floresta Estacional Decidual (Mata Seca / Caatinga Arbórea), Caatinga Hiperxerófila e Floresta Estacional Semidecidual, além das fisionomias de áreas úmidas, Florestas Paludosas (florestas permanentemente inundadas), Veredas, Campos Úmidos, Brejos e lagoas (SCOLFORO & CARVALHO, 2006).

De acordo com os dados de Scolforo & Carvalho (2006), até o ano de 2005 apenas 44,31% da porção mineira da Bacia do Rio São Francisco ainda eram recobertas pela flora nativa, sendo a maior parte recoberta por fitofisionomias do Cerrado, como mostra a Tabela 3. A grande predominância das fitofisionomias do Cerrado ocorre não só em razão de esse bioma naturalmente ocupar a maior parte da bacia, mas também pela enorme supressão das formações florestais, especialmente do bioma da Mata Atlântica, que em Minas Gerais, cobria 49% da área do estado, estando reduzido hoje, no Brasil, a 8,5% de sua cobertura original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016).

Tabela 3 – Cobertura da flora nativa na parcela mineira da Bacia do Rio São Francisco

Fisionomia	Área	% da bacia
Campo	2.452.914,00	10,45
Campo Rupestre	281.080,00	1,20
Campo Cerrado	454.009,00	1,93
Cerrado Censo Stricto	4.487.345,00	19,12
Cerradão	-	-
Vereda	156.903,00	0,67
Floresta Estacional Decidual	1.505.919,00	6,42
Floresta Estacional Semi-Decidual	1.060.160,00	4,52
Total	10.398.330,00	44,31

(elaborado a partir dos dados de Scolforo & Carvalho, 2006) [3].

As Florestas Estacionais Semideciduais representam a única fitofisionomia típica do bioma da Mata Atlântica na área de estudo. É uma fisionomia florestal *"[...] com dossel de 4 m a 25 m de altura, com árvores emergentes chegando a 40 m e sub-bosque denso. Deciduidade intermediária (20% - 70%) da massa foliar do dossel na época mais fria/seca. Menor abundância de epífitas e samambaiaçus quando comparada às florestas ombrófilas."* (OLIVEIRA FILHO *et al*., 2006, p.25). Devido à variação de altitude na parcela mineira da bacia sanfranciscana, ocorrem nas formas Montana e Submontana. A Figura 20 apresenta a Floresta Estacional Semidecidual em suas diferentes formações.

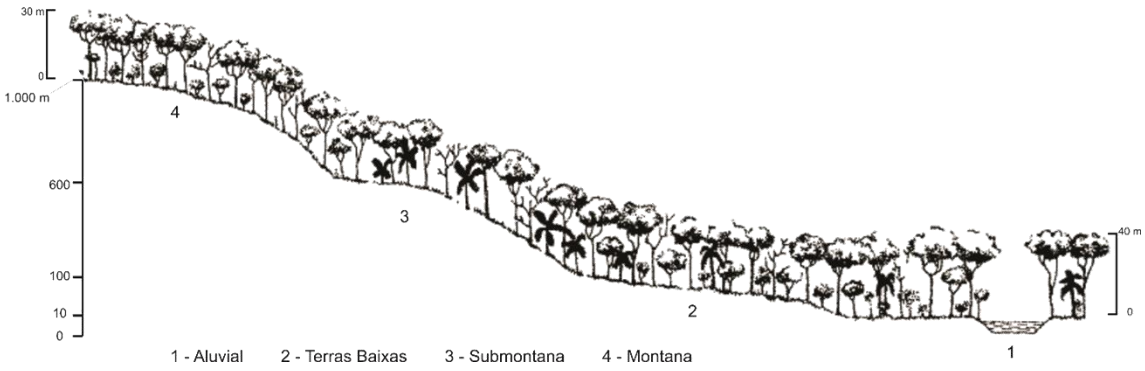


Figura 20 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual
(adaptado de Veloso *et al.*, 1991)

Como pode ser observado na Figura 21, as Florestas Estacionais Semideciduais estão distribuídas ao longo de toda a porção mineira da Bacia do São Francisco. Contudo, a sua ocorrência é bem mais rara no norte e nordeste da bacia, devido ao elevado déficit hídrico durante a estação seca nesses locais.

[3]Apesar de os dados de Scolforo & Carvalho (2006) não apontarem a existência de fragmentos significativos de Cerradão na Bacia do São Francisco em Minas Gerais, não desprezamos aqui a ocorrência desta fitofisionomia em manchas esparsas na bacia.

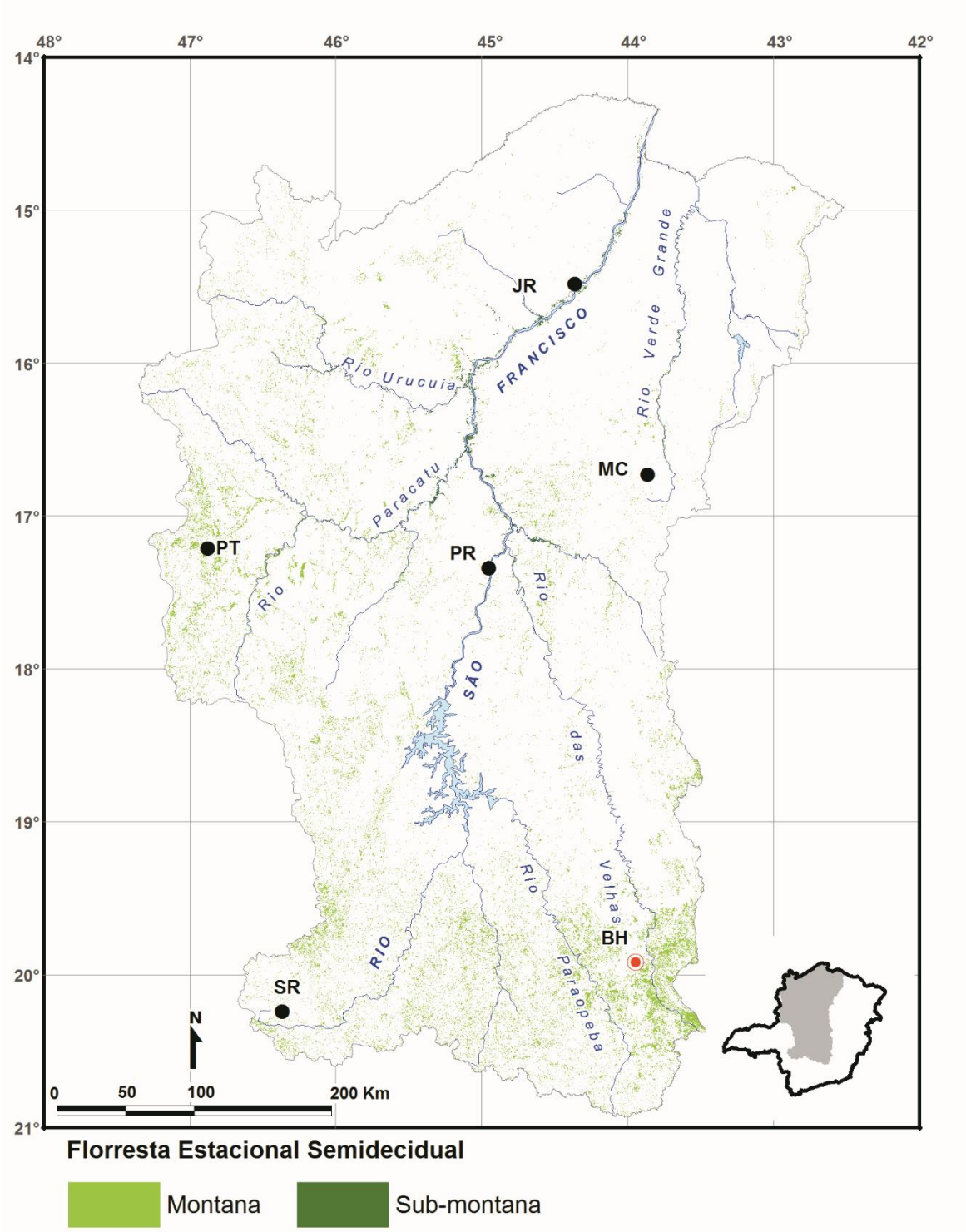


Figura 21 - Distribuição das Florestas Estacionais Semideciduais na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
Municípios: BH= Belo Horizonte, JR= Januária, MC= Montes Claros, PR= Pirapora, PT= Paracatú, SR= S. Roque de Minas. Base cartográfica: SCOLFORO & CARVALHO, 2006.

Os Campos Rupestres representam a vegetação associada a afloramentos rochosos desenvolvida sobre solos rasos no topo dos maciços rochosos, também conhecida como "vegetação rupícula montana". É importante ressaltar que, de modo geral, esse tipo de vegetação é caracterizada por um alto grau de endemismo e a composição florística é

geralmente muito particular em cada região de ocorrência (IBGE, 2012). Assim, os Campos Rupestres podem apresentar fisionomias campestres (herbácio-graminosa), também chamadas de Campos de Altitude; fisionomias arbustivas, que ocorrem nas áreas de transição com o Cerrado e também conhecidas como "Cerrado Rupestre"; e fisionomias florestais, Candeais[4] e Florestas Anãs, que ocorrem nas áreas de transição com as fisionomias florestais da Mata Atlântica. Além das variações das fisionomias campestres, arbustivas e lenhosas, os Campos Rupestres também apresentam uma grande diversidade em função do tipo de substrato rochoso (quartzitos, arenitos, itabiritos, cangas, rochas graníticas, etc.), que em cada região lhes conferem características muito particulares (SCOLFORO & CARVALHO, 2006).

Os Campos Rupestres estão sujeitos a grande amplitude térmica durante o inverno, excesso hídrico durante as estações chuvosas e déficit hídrico durante as estações secas. A maior parte dos Campos Rupestres ocorre no leste da bacia, sobretudo ao longo da Serra do Espinhaço, sobre litologia de quartzitos. Nas serras do Quadrilátero Ferrífero, próximo à região metropolitana de Belo Horizonte, ocorrem também sobre formações ferríferas numa fisionomia extremamente rara e ameaçada. A Serra da Canastra, no oeste da bacia, também apresenta uma grande concentração dessa fitofisionomia. Porém, a maior parte dos Campos Rupestres nessa região está fora da Bacia do São Francisco. A Figura 22 mostra a distribuição dos Campos Rupestres na Bacia do São Francisco em Minas Gerais.

[4]Segundo Oliveira Filho e colaboradores(2006), os Candeais recebem essa denominação devido à destacada abundância da espécie Candeia (*Eramanthus erythropappus).*

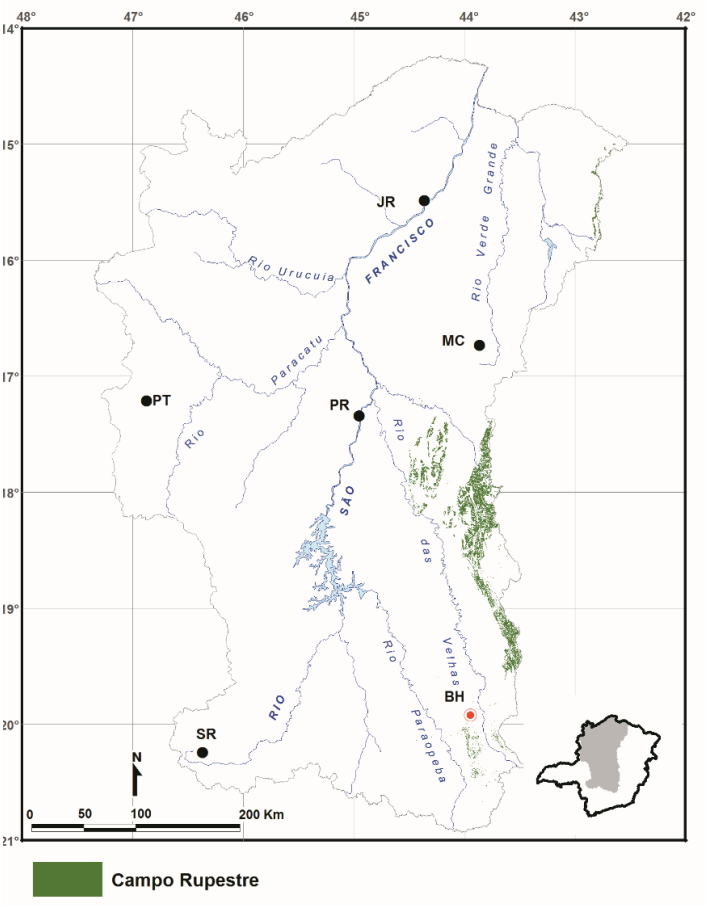


Figura 22 - Distribuição dos Campos Rupestres na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
Base cartográfica: SCOLFORO & CARVALHO, 2006.

As Florestas Estacionais Deciduais estão associadas a climas com estações secas marcantes e, em geral, a solos eutróficos (ricos em nutrientes), estando comumente associadas aos afloramentos de calcários do grupo Bambuí (PEDRALLI, 1997). Nas áreas de Cerrado, as Florestas Estacionais Deciduais ocorrem na forma de encraves conhecidos como Mata Seca. No norte de Minas Gerais, onde o clima é mais árido que no restante do estado e com grande déficit hídrico nas estações secas, menor pluviosidade e maior média anual de temperatura, as Florestas Estacionais Deciduais recebem também a denominação de Caatinga Arbórea (SCOLFORO & CARVALHO, 2006). Segundo Oliveira Filho *et al.*, (2006, p.26), as Florestas Estacionais Deciduais possuem uma *"Fisionomia florestal com dossel superior de 6 m (sobre afloramentos rochosos) a 15 m de altura (em solos mais profundos), com árvores emergentes chegando a 30 m, e deciduidade acentuada (> 70%) da massa foliar do dossel na época seca. Baixa ocorrência de epifitismo. Densidade variável de cactáceas e bromeliáceas terrestres, palmeiras e lianas."* A Figura 23 mostra um perfil esquemático das Florestas Estacionais Deciduais em suas diferentes fisionomias e a Figura 24 mostra sua ocorrência em

afloramento rochoso durante as estações seca e úmida. Já a Figura 25 mostra a distribuição desta fitofisionomia na Bacia do São Francisco em Minas Gerais.

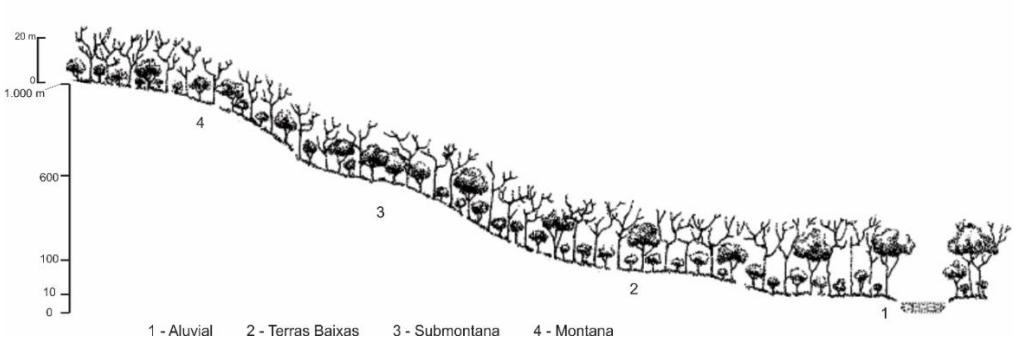


Figura 23 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Decidual
(adaptado de Veloso *et al.*, 1991).



Figura 24 – Perfil esquemático de uma Floresta Estacional Decidual sobre afloramento de rocha
(adaptado da Agência de Informação da EMBRAPA – Bioma Cerrado).

Além da Caatinga Arbórea, o bioma da Caatinga também se faz representar pela fisionomia da Caatinga Hiperxerófila. Segundo Oliveira Filho *et al.*, (2006, p.27), trata-se de uma *"Fisionomia aberta podendo apresentar arbustos e árvores esparsas com predomínio de subarbustos lenhosos e esclerófilos (folhas reduzidas e rígidas às vezes transformadas em espinhos), plantas suculentas, rupícolas (sobre pedras) e reptantes (rasteiras*)." Está associada a climas fortemente sazonais e elevada restrição hídrica, afloramentos rochosos, solos geralmente eutróficos e, muito raramente, em solos distróficos. Na Bacia do São Francisco em Minas Gerais ocorre apenas no extremo norte e em forma de encraves.

As fisionomias de Campo Limpo, Campo Sujo, Campo Cerrado, Cerrado *stricto sensu* e Cerradão são variações do que podemos chamar de "Cerrado *lato sensu*" ou Cerrado em sentido amplo. O Cerrado compõe-se de uma vegetação contendo dois estratos: o herbáceo-subarbustivo (ou campestre) e o arbóreo-arbustivo (ou lenhoso), com altura que varia de 1,5 m a 7 m no Cerrado *stricto sensu* e no Campo Cerrado e pode

chegar a até 15 m no Cerradão. O estrato lenhoso pode ser totalmente ausente na fisionomia de Campo Limpo, ou presente com cobertura variando de 10% nos Campos Sujos até 80%, com formação de dossel contínuo, no Cerradão (OLIVEIRA FILHO *et al*., 2006).

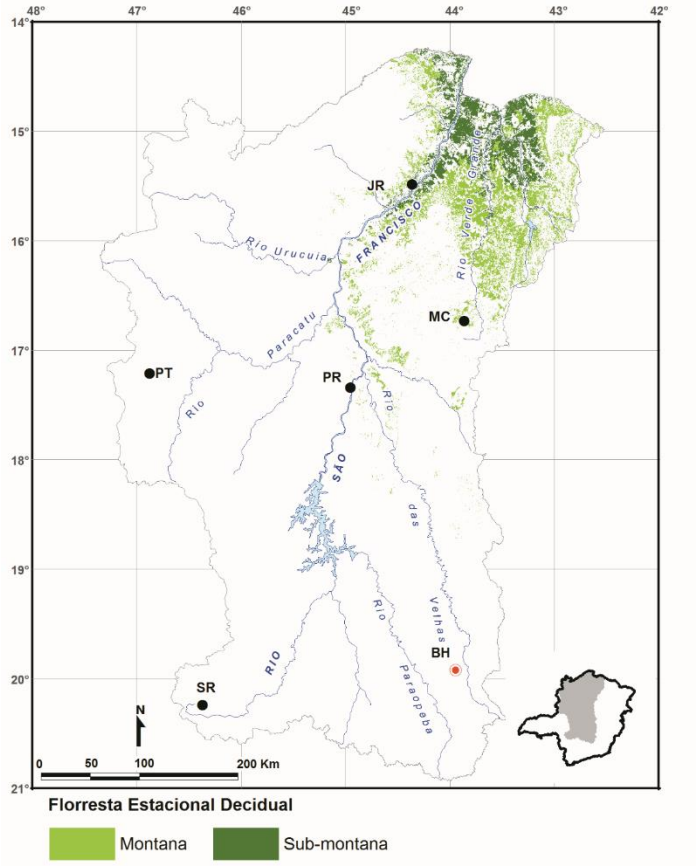


Figura 25 - Distribuição das Florestas Estacionais Deciduais na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.
Base cartográfica: SCOLFORO & CARVALHO, 2006.

Na fisionomia do Campo Limpo, o estrato arbóreo-arbustivo é ausente, enquanto no Campo Sujo abrange uma cobertura de, no máximo, 10% da área e com altura máxima de 1,5 m. O Cerradão possui um dossel contínuo acima de 7 m de altura e sub-bosque pobre em graminoides. Distingue-se das florestas estacionais pela presença abundante de espécies lenhosas típicas de Cerrado (OLIVEIRA FILHO *et al*., 2006). A Figura 26 apresenta um perfil esquemático das fitofisionomias do Cerrado, com a representação da altura e da densidade dos estratos campestres e lenhosos.

Ocupando a maior parte do território da Bacia do São Francisco, a vegetação do Cerrado, em suas diferentes fisionomias, ocupa predominantemente as regiões centrais, noroeste e oeste desta. São regiões de clima regularmente sazonal, com as estações úmida e seca bem definidas, com índices pluviométricos da ordem de 1.200 mm a 1.600 mm por

ano (SCOLFORO & CARVALHO, 2006). A maior parte dessa área é ocupada por vegetações de campo (que pode ser tanto Campo Limpo quanto Campo Sujo), Campo Cerrado (este mais a nordeste da bacia) e pelo Cerrado *stricto sensu*. As Veredas se concentram em grande parte na região noroeste da bacia, podendo também ser encontradas de forma isolada em outras regiões.

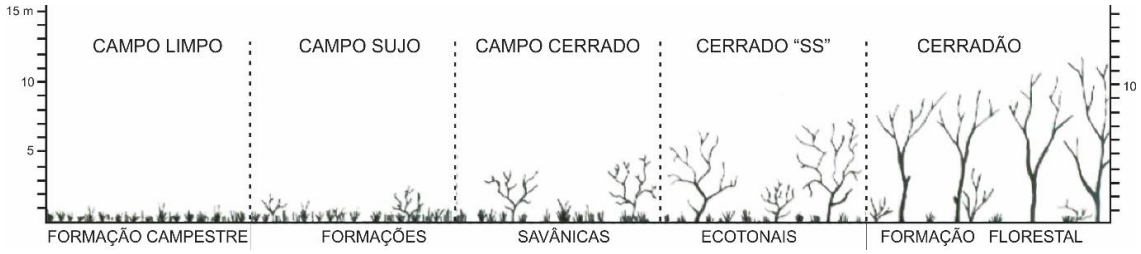


Figura 26 – Perfil esquemático das fitofisionomias do Cerrado
(adaptado de Coutinho, 1978).

As Veredas são definidas como um tipo de área úmida. São *"tipologias campestres, com estrato herbáceo-graminoso dominante, tendo como único elemento arbóreo de destaque o buriti. Há situações em que o buriti não está presente, sendo, então, denominadas simplesmente de Campos úmidos."* (OLIVEIRA FILHO *et al*., 2006. p.31). Os solos das veredas são hidromórficos com uma espessa camada de matéria orgânica também chamada de turfa. Estão associadas às nascentes em áreas de vales suaves ou côncavos, com drenagem difusa e inundáveis durante todo o ano, inclusive na época das secas (OLIVEIRA FILHO *et al*., 2006). Na porção mineira da bacia, a maior parte das Veredas estão associadas às chapadas, patamares e planícies. A Figura 27 apresenta um perfil esquemático de uma Vereda.

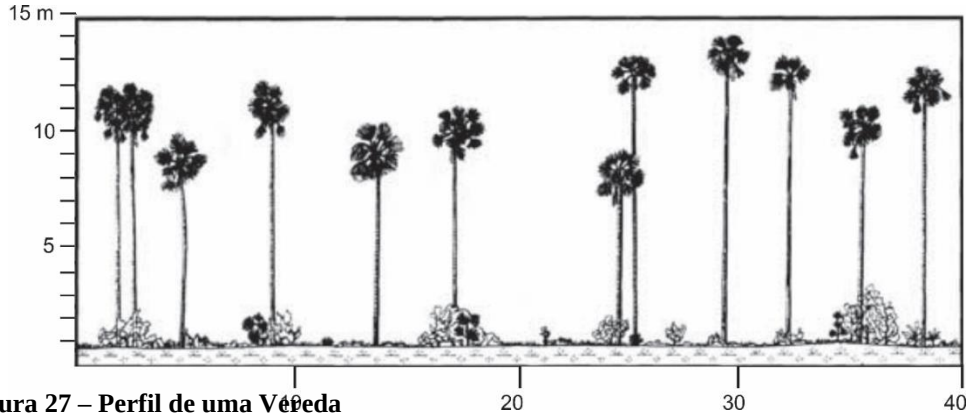


Figura 27 – Perfil de uma Vereda
(adaptado da Agência de Informação da EMBRAPA – Bioma Cerrado).

A Figura 28, a seguir, mostra a distribuição de cada fisionomia do Cerrado ao longo da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais.

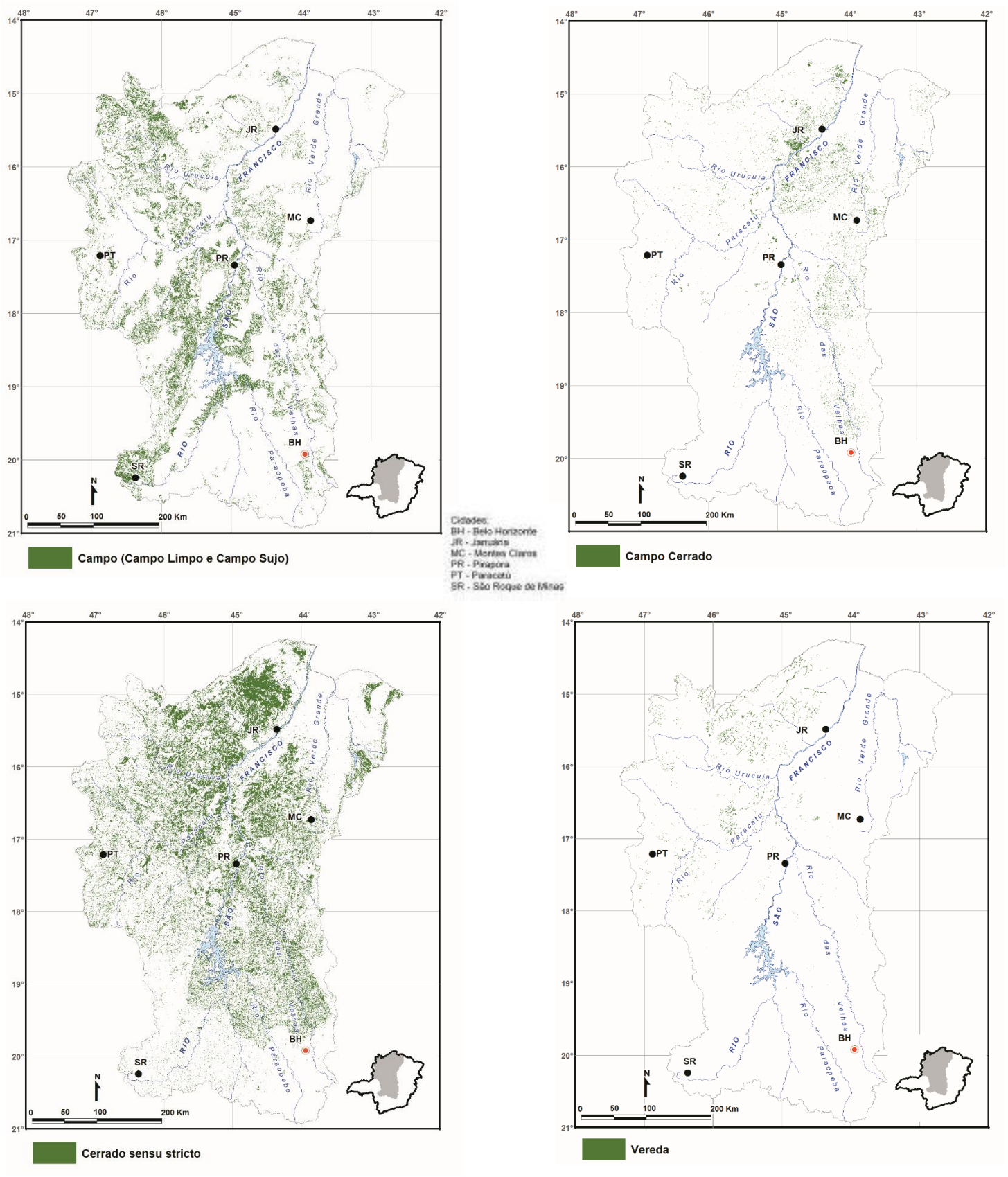


Figura 28 - Distribuição das fitofisionomias de Cerrado na parcela mineira da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Base cartográfica: SCOLFORO & CARVALHO, 2009.

Além das Veredas e dos Campos Úmidos, a área de estudo apresenta outras tipologias de vegetações de áreas úmidas como as Florestas Paludosas, Brejos e Lagoas.

Observando a distribuição espacial das diferentes fitofisionomias na Bacia do São Francisco em Minas Gerais, percebemos uma forte interação com os contextos climáticos e geomorfológicos.

Apesar de em toda a parcela mineira da bacia termos duas estações bem definidas, seca e úmida, as variações de temperatura, umidade do ar, pluviosidade e principalmente a duração de cada estação influenciam diretamente a distribuição espacial das fitofisionomias na bacia.

Por outro lado, percebemos que a influência da litologia e do relevo também é nítida sobre a constituição e a distribuição das formações vegetacionais e sobre o próprio clima. A Serra do Espinhaço, um cinturão orogênico que se estende pela borda leste da bacia, não só retém parte da umidade provinda do Oceano Atlântico, tendendo a tornar o leste da bacia mais seco, mas também produz ambientes únicos por toda a sua extensão, abrigando a maior parte dos campos rupestres da bacia. Se os afloramentos de rochas calcárias do grupo Bambuí possibilitam o crescimento da Floresta Estacional Decidual (Mata Seca) em pequenas manchas no sudeste da bacia, a grande concentração desta fisionomia (Caatinga Arbórea) no nordeste da bacia é devido ao clima semiárido ali preponderante.

A Floresta Estacional Semidecidual, apesar de se fazer presente ao longo de toda a parcela mineira da bacia, concentra-se nas regiões sul e oeste, por serem mais úmidas. Inversamente, o Cerrado, que também se faz presente ao longo de toda a bacia, tende a se concentrar no norte e leste, cedendo espaço na região semiárida, nordeste, para as Florestas Estacionais Deciduais.

Se por um lado as Veredas acompanham o Cerrado em relação ao clima, elas necessitam de uma condição topográfica muito particular, com surgência do lençol freático em vales suaves ou côncavos, tendendo a serem mais abundantes nas chapadas, patamares e planícies do Noroeste da área de Estudo.

4. MÉTODOS

O mapeamentos tradicionais adotados oficialmente na América do Norte (OMERNIK, 1987; CEC 1997, 2006, GRIFFITH *et al.*, 1998, OMERNIK & GRIFFITH, 2014) tem se mostrado eficaz para a gestão e planejamento ambiental (OMERNIK & GRIFFITH, 2014). Contudo, é fato a dificuldade de replicabilidade do método, sobretudo devido à grande demanda de recursos humanos e financeiros exigidos, a disponibilidade de informações e às diferentes realidades ecológicas e socioeconômicas em relação à América do Norte. Nesse sentido, o presente trabalho utiliza os dados espaciais disponíveis para a área de estudo como subsídio a tomada de decisões para a delimitação de limites ecorregionais sustentados por uma argumentação objetiva baseada no conhecimento da área de estudo e no processamento das informações quantitativas. Uma abordagem quali-quantitativa, que por um lado não elimina totalmente os processos interpretativos e não estabelece um processo que possa ser totalmente replicável de forma mecânica, mas que certamente diminui bastante a demanda por recursos humanos e financeiros e estabelece uma conexão entre as abordagens consideradas qualitativas e quantitativas, obtendo ótimos resultados práticos e podendo ser facilmente adaptada a outras áreas de estudo com realidades e disponibilidades de informações distintas.

Na abordagem proposta nesta dissertação torna-se indispensável o entendimento da interação de fatores bióticos e abióticos na área de estudo. Se por um lado o conhecimento destes fatores contribui para a adequada interpretação, por outro lado a manipulação dos dados quantitativos disponíveis também produz subsídios importantes para o delineamento de ecorregiões.

Na bacia do São Francisco a grande extensão latitudinal e a diferença altimétrica entre o vale principal e os horógenos que bordejam a bacia exercem grande influência no clima regional. A conjugação entre os fatores climáticos e os litotipos resultantes de uma história geológica complexa originaram padrões de relevo, solos e ambientes aquáticos e terrestres bastante diversos. Isso pode ser percebido através da vegetação, que responde a essas interações e exibe diferentes fitofisionomias ao longo da bacia. Através da interpretação e manipulação de dados referentes a fenômenos, bióticos, abióticos e antrópicos na bacia foi possível identificar padrões ecológicos que possibilitaram o mapeamento de ecorregiões.

Tomando como referência inicial os níveis I, II e III das ecorregiões propostas por Griffith, *et al.*, (1998), percebe-se que a área de estudo é abarcada por cinco ecorregiões no Nível III, três no Nível II e uma no Nível I (Figura 29).

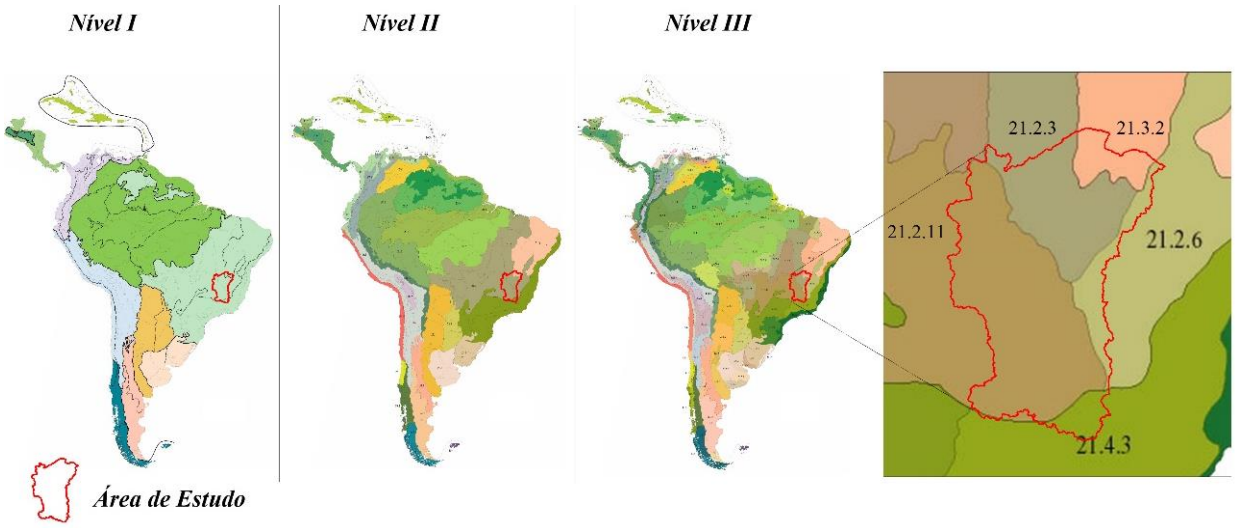


Figura 29 – Sobreposição da Área de Estudo as ecorregiões das América do Sul e Central (Griffith et al., 1998). Extraído e adaptado de. http://ecologicalregions.info (2017)

Os limites para as ecorregiões da América Central e do Sul mapeados por estes autores foram delineados e digitalizados em mapas de escala de 1: 5.000.000 e devem ser considerados como aproximações (GRIFFITH, *et al.*, 1998). Considerando que os níveis superiores são a união dos níveis inferiores de maneira hierárquica, é fundamental para o mapeamento em Nível IV que os limites das ecorregiões nos níveis I, II e III sejam aderentes. Dessa forma, o método proposto e aplicado aqui parte do nível de maior detalhamento, Nível IV, e após a delimitação das ecorregiões nesse nível, essas são classificadas para os níveis III e II sucessivamente, de acordo com características ambientais comuns entre elas.

No Nível I das ecorregiões de Griffith, *et al.*, (1998), a área de estudo é totalmente abarcada pela ecorregião nº 21 - *Eastern Highlands*. Aceita-se aqui então o pressuposto de que toda a área de estudo é parte de uma ecorregião maior em Nível I. Portanto, não é tratado neste estudo o mapeamento em Nível I.

No Nível II Griffith, *et al.*, (1998) denomina as ecorregiões na área de estudo de acordo os biomas que a abarcam: Cerrado, Caatinga e *Atlantic Forests* (Mata Atlântica) e essa nomenclatura será mantida. Contudo, são estabelecidos novos limites, advindos dos níveis III e IV onde os detalhes do mapeamento utilizado permitiram estabelecer um limite mais apurado.

Nos níveis III e IV são propostas novas ecorregiões, desconsiderando àquelas propostas por Griffith, *et al.*, (1998) para o Nível III. Da mesma forma que na metodologia proposta por esses autores, as ecorregiões aqui mapeadas são numeradas a partir de uma hierarquia entre os

níveis. Dessa forma, a área de estudo representa a ecorregião em Nível I e será numerada com o número 1. Já no nível II, receberão um outro número após o número 1. Portanto: 1.1 – Caatinga, 1.2- Cerrado e 1.3 – Mata Atlântica. No nível III três casas numéricas e no nível IV 4 casas. Dessa forma pela numeração da ecorregião no nível IV pode-se identificar a quais ecorregiões dos níveis I, II e III ela pertence. Ex. 1.2.3.1 – Espinhaço Norte, onde o número 1 representa a área de estudo, o 2 a ecorregião nível II "Cerrado", o número 3 a ecorregião nível III "Espinhaço" e o último número 1, juntamente com os número precedentes, a própria ecorregião Espinhaço Norte.

É amplamente reconhecido que as fronteiras ecorregionais são na verdade gradientes, áreas de transição (LOVELAND & MERCHANT, 2004). No entanto, o estabelecimento de limites é inerente ao processo de generalização da complexidade do mundo a algo compreensível. Nesse sentido, parte-se aqui do pressuposto de que na maioria dos casos as feições naturais do relevo, vegetação, uso do solo e hidrografia representam, juntamente com uma boa classificação climática, os melhores separadores entre as ecorregiões, já que são fisicamente palpáveis e visualmente perceptíveis. Assim, apesar do método proposto aqui partir de uma análise interpretativa, foram estabelecidas linhas delimitadoras advindas de outras bases cartográficas. Dessa maneira, nenhum limite das ecorregiões foi desenhado livremente, mas os polígonos que representam as ecorregiões foram traçados utilizando-se a sobreposição dessas feições já mapeadas e o cruzamento das informações quantitativas resultantes.

Para o delineamento das ecorregiões no nível IV foram utilizadas as bases cartográficas de padrões de relevo (CPRM, 2008), clima (ALVARES, *et al.*, 2013), vegetação/uso do solo (SCOLFORO & CARVALHO, 2009), hidrografia e ottobacias (ANA, 2015).

Diversos trabalhos no Brasil (p.ex. MACEDO & BERTOLINI, 2008; XIMENES, 2010; CAVALCANTI, 2013; SOUZA, 1998; SANTOS, 2014; OLIVEIRA, 2017; MARTINS *et al*., 2018), utilizaram-se do cruzamento de bases cartográficas de feições naturais (clima, relevo, vegetação, uso do solo, geologia, etc) para o mapeamento de sínteses naturalista, sejam elas ecorregiões, geossistemas, regiões naturais, unidades de paisagem ou outros tipos de síntese. Alguns desses (p.ex. MACEDO & BERTOLINI, 2008) se utilizam da interpretação da sobreposição de bases cartográficas de feições naturais para a definição dos limites. Outros (p.ex. XIMENES, 2010; CAVALCANTI, 2013; SOUZA, 1998; SANTOS, 2014; OLIVEIRA, 2017; MARTINS *et al*., 2018) utilizam modelos e processamentos computacionais baseados em algoritmos e/ou árvores de decisões. Geralmente nos modelos computacionais é escolhida

uma das bases cartográficas para ser utilizada como elemento condutor, considerada a variável mais influente da classificação.

O método aqui proposto, apesar de não utilizar uma modelagem computacional típica, utiliza-se também de um elemento condutor, no caso a base cartográfica de padrões de relevo (CPRM, 2008). Contudo, aproxima-se da metodologia interpretativa das agências norte americanas (OMERNIK, 1987; CEC 1997, 2006, GRIFFITH *et al.*, 1998, OMERNIK & GRIFFITH, 2014) na medida em que não estabelece uma regra rígida para o mapeamento no Nível IV, já que os limites são definidos de forma interpretativa e não automatizada. No Nível III o método agrupa as ecorregiões Nível IV através de critérios matemáticos simples que estabelecem uma relação entre os percentuais de cada fitofisionomia nos remanescentes de vegetação natural, além do tipo climático. No nível II os percentuais de cada fitofisonomia nas ecorregiões Nível III classificam as ecorregiões em; 1.1 - Caatinga, 1.2 - Cerrado ou 1.3 - Mata Atlântica.

A seguir são apresentadas as etapas do processo de produção das ecorregiões nos Níveis IV, III e II e ao final deste capítulo é apresentado um fluxograma apresentado, que representa esquematicamente todo o processo (Figura 30). Os softwares utilizados foram o Microsoft Excel e o ArcGis 9.3.

4.1 – ETAPA I: DEFININDO O LIMITE DAS ECORREGIÕES NÍVEL IV

Nessa etapa trabalhou-se com a base cartográfica em formato vetorial com projeção Policônica e Datum WGS 1984, que é o mesmo sistema de coordenadas das bases de relevo, clima, vegetação e hidrografia, obtendo-se um mapeamento de 1:1.000.000, menor escala dos dados originários.

Como parte dos critérios de decisão dependeram da interpretação, para cada ecorregião de nível IV foi criada uma Ficha Explicativa (Apêndice), nas quais consta uma parte textual onde a ecorregião é brevemente caracterizada e os critérios aplicados para o traçado dos limites são expostos de forma objetiva. Além disso, para facilitar a análise, consta na ficha também os mapas de clima, vegetação, altimetria e relevo da ecorregião e os gráficos com os percentuais de cada tipologia na ecorregião. Analisando individualmente a ficha de cada ecorregião, deve-se perceber com facilidade a aplicação dos critérios de delimitação e a correlação entre distribuição das unidades de relevo, a vegetação, o uso do solo e o clima.

Ao se analisar separadamente cada ficha descritiva das ecorregiões no Nível IV percebe-se claramente essa interação entre relevo, clima, vegetação e uso do solo.

Seguindo a metodologia adotada pelas agências de proteção e cooperação ambiental da América do Norte (OMERNIK, 1987; CEC 1997, 2006, GRIFFITH *et al.*, 1998, OMERNIK & GRIFFITH, 2014), a nomenclatura adotada no Nível IV reflete as feições marcantes da ecorregião ou uma toponímia adotada localmente ou em cartas e mapas oficiais para designar essas feições.

Para cada uma das 4 bases cartográficas utilizadas, Relevo, Clima, Vegetação/Uso do Solo e hidrografia/ottobacias, foram criadas algumas instruções de utilização, expostas a seguir:

4.1.1 - INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE PADRÕES DE RELEVO

O agrupamento e as rupturas de padrões de relevo, constituem, no Nível IV, o elemento condutor, ou seja, são os principais demarcadores de limites das ecorregiões nesta proposta. Através da análise do padrão climático, do padrão de ocorrência das fitofisionomias dominantes e dos usos do solo, pode-se, na maioria dos casos, perceber relações muito claras entre esses elementos e o relevo. Como foi demonstrado no capítulo de caracterização ambiental da bacia, o relevo guarda também uma forte relação estrutural com a geologia, por isso optou-se por não se acrescentar a base de geologia a proposta de classificação.

Apesar da simples diferenciação de padrões de relevo não necessariamente delimitar uma ecorregião, certamente é muito comum que o relevo reflita diferenças litológicas e altimétricas que influenciam, ou mesmo definem, padrões diferenciados de clima e solo e consequentemente de flora e fauna. Os padrões de ocupação na bacia também demonstram uma influência do relevo, (STEEL *et al.,* 2010; MACEDO *et al.,* 2014), sobretudo no que tange aos usos agrícolas de grande porte que, frequentemente, ocupam as extensas áreas planas dos chapadões, tabuleiros e superfícies aplainadas, marcando a paisagem com os característicos círculos dos grandes pivôs centrais de irrigação. Já nas áreas colinosas os usos agrícolas de grande porte disputam espaço com as pastagens e propriedades agrícolas de pequeno e médio porte, enquanto que a boa parte das áreas mais preservadas estão no relevo montanhoso, que se impõem como um obstáculo as culturas de grande porte.

Alguns padrões de relevo que se repetem lado a lado ou incrustados um no outro, como o de tabuleiros e superfícies aplainadas, por exemplo, geralmente, funcionam de forma interdependente e constituem um conjunto que marca a paisagem de uma região, podendo ser agrupados como uma ecorregião, ou parte dela.

Não foi estabelecido um critério para a união ou separação dos diferentes padrões de relevo. Isso depende diretamente da interpretação e do arranjo espacial dos padrões. De maneira geral os padrões de relevo “Terraços fluviais” e “Planícies Fluviais ou flúvio-lacustres”, em função da escala de mapeamento, foram incorporados a ecorregião envolvente. Alguns padrões de relevo distintos do restante da ecorregião podem ser incorporados a mesma, no caso de representarem ilhas envolvidas pelo restante da ecorregião, como no caso dos inselbergs. No caso de padrões de relevo que se impõe regionalmente de forma descontínua, como no caso dos

platôs, é admitida a delimitação de ecorregiões nível IV não contínuas, desde que a distância entre os fragmentos não ultrapasse 20 Km.

4.1.2 - INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE FITOFISIONOMIAS E USO DO SOLO

A distribuição das fitofisionomias e dos usos do solo predominantes constituem-se como limites de ecorregiões em nível IV no caso de se estenderem de forma claramente concentrada em uma ecorregião, caracterizando um ambiente distinto de uma ecorregião adjacente com padrões de relevo e clima similares.

Quando esse tipo de situação ocorreu, foram utilizadas as ferramentas "Generalization" do ArcMap gerando o resultado exemplificado abaixo (Figura 30).

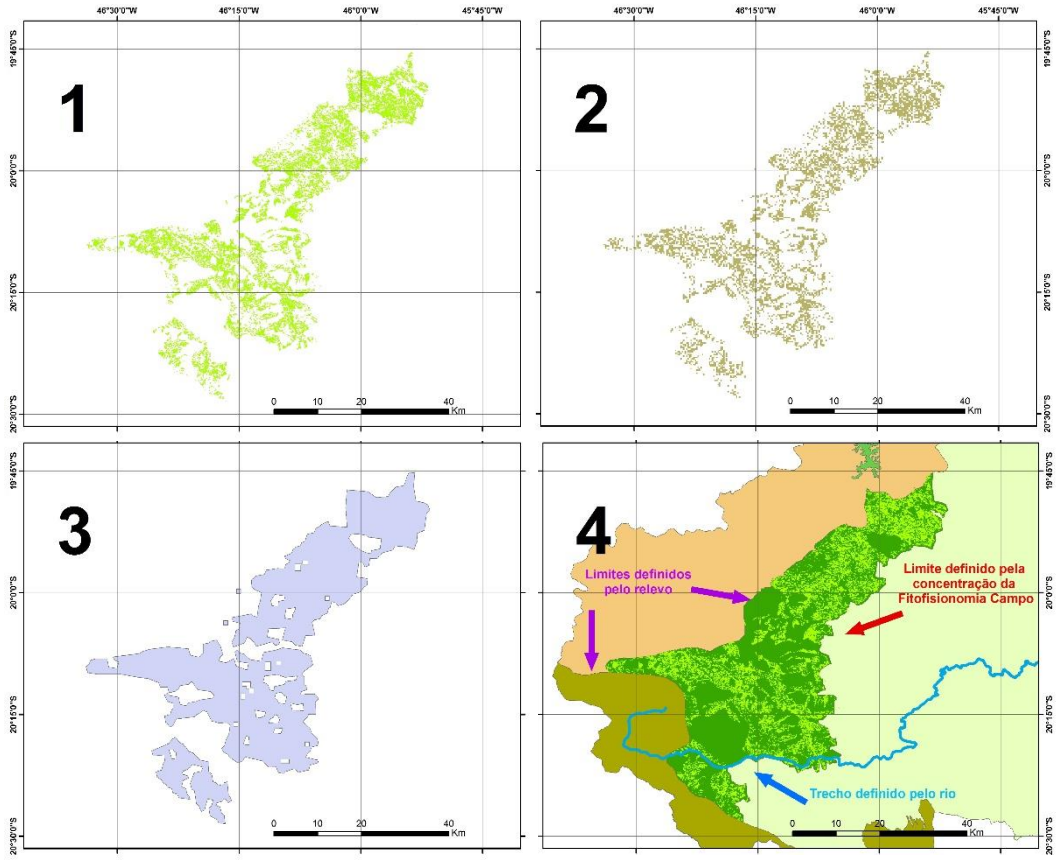


Figura 300 – Exemplificação do processo de generalização da distribuição de Fitofisionomias ou Usos do Solo

1) Base vetorial com concentração da Fitofisionomia Campo; 2) Base Rasterizada; 3) Base Rasterizada após aplicação da Ferramenta "Expand" do pacote Genarilization do ArcMap; 4) Definição de parte dos limites utilizando a base generalizada convertida para o formato vetorial.

4.1.3 - INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE CLIMA

Em relação ao clima, foi estabelecido o critério de que quando uma ecorregião delineada se estender latitudinalmente por mais de 100 Km deve ser verificado se o segundo clima predominante ocupa mais de 30% da área total e, em caso positivo, deve-se considerar a divisão da ecorregião caso se configure 2 áreas distintas. Como exemplo (Figura 32) temos a ecorregião "1.2.1.18- Colinas do Rio do Sono Cwa" que foi individualizada da ecorregião "1.2.1.15- Colinas do Rio do Sono Aw", sendo cada uma delas caracterizada por sua tipologia climática, Aw ou Cwa.

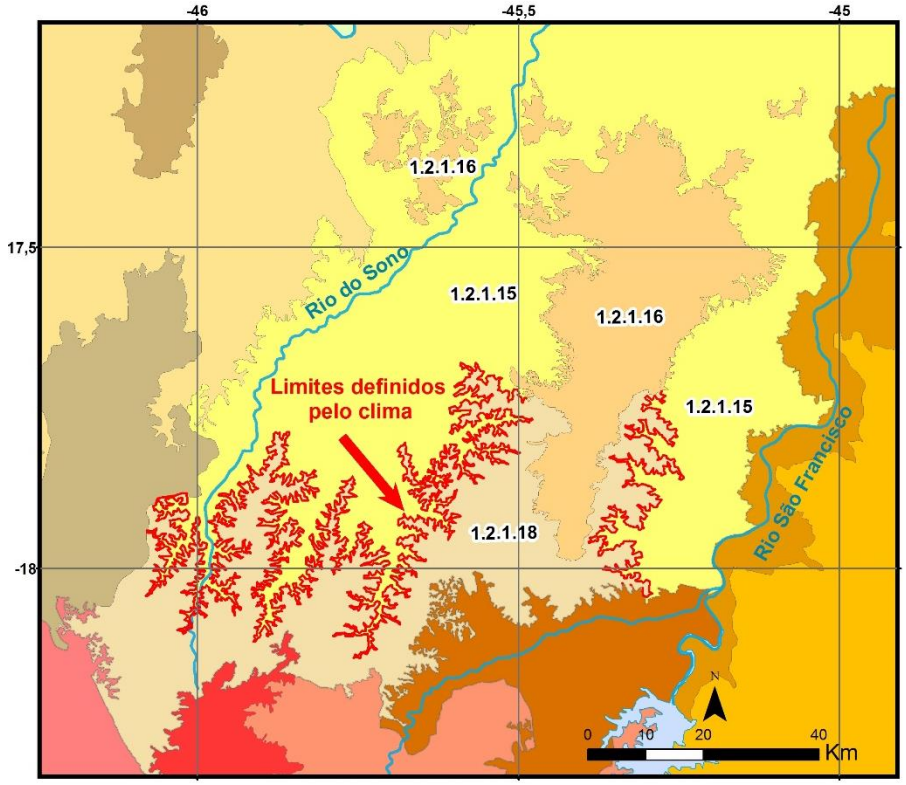


Figura 31 – Exemplificação de limite de ecorregião definido pela linha do Clima (Alvares et.al. 2013).

4.1.4 - INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE HIDROGRAFIA E OTTOBACIAS:

Quando as unidades de relevo, a cobertura do solo e o clima não estabeleceram uma linha clara de divisão entre as ecorregiões foram utilizados os cursos d'agua ou as linha divisora de águas como limites das ecorregiões. Para delimitação destes limites que seguem pelos cursos d'água foi utilizada a base cartográficas vetorial da ANA (2013) na escala de 1:1.000.000. Já no caso dos divisores de água a base de ottobacias nível 6, também da ANA (2013).

Ressalta-se que essas bases cartográficas foram utilizadas apenas nos casos onde não foram encontrados delimitadores mais adequados nas bases de relevo, vegetação, usos do solo e clima. A situação pode ser exemplificada pelo rio das Velhas, que separa as ecorregiões "1.3.1.7 - Serras Baixas de Taquaraçu/Caeté" e "1.3.2.3 - Depressão RMBH Sul", em um pequeno trecho de cerca de 7 Km, devido ao diferente padrão de uso do solo nas duas margens do rio. À montante o rio das Velhas continua como separador entre as ecorregiões "1.3.1.5 - Quadrilátero Ferrífero Central" e "1.3.1.6 Encostas do Gandarela" por aproximadamente 50 Km até o norte da ecorregião "1.3.1.8 - Bação". Ao sul, no contato com janela estrutural do Bação, o limite é dado pelo relevo e novamente, no contato entre as ecorregiões "1.3.1.6 - Encostas do Gandarela" e "1.3.1.5 - Quadrilátero Ferrífero Central" o limite entre elas é dado pela linha de ottobacias da ANA (2013), por um trecho de 5,2 Km (Figura 33).

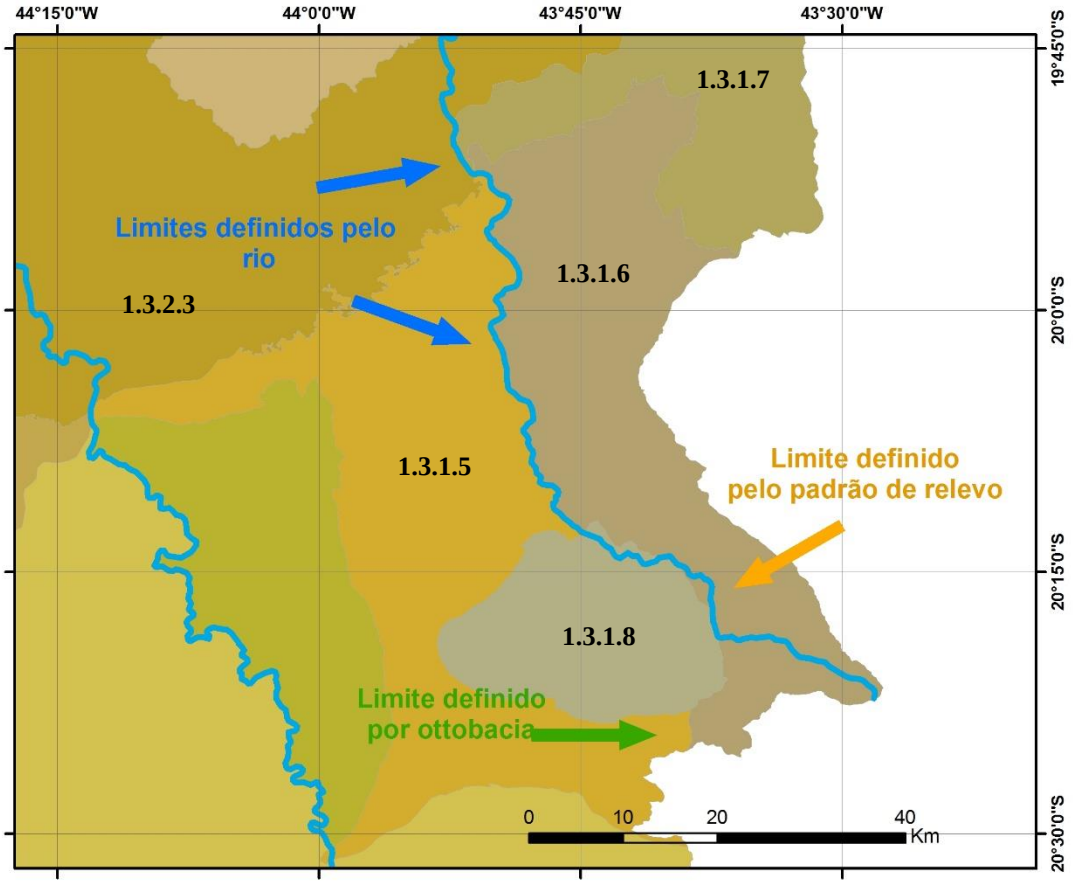


Figura 312 – Exemplificação de limite de ecorregião definido pela hidrografia, relevo e divisor de águas.

Ressalta-se que a utilização das ottobacias como separador foi realizada apenas em pequenos trechos, no máximo 10 Km, onde as feições das unidades de relevo, uso do solo e

clima não foram suficientemente claras para a delimitação. Já o uso dos grandes rios, como o Rio das Velhas, apesar de pouco utilizado, foi considerado um bom delimitador, podendo ser utilizado livremente, caso interpretado como um limite adequado.

4.2 - ETAPA II: GERANDO TABELA DE ATRIBUTOS NÍVEL IV

Após traçado os primeiros limites de cada ecorregião Nível IV, o arquivo vetorial gerado foi reprojetado para o sistema de coordenadas UTM e sobreposto aos arquivos, em formato matricial (raster), também em UTM, das bases cartográficas de padrões de relevo (CPRM, 2008), clima (ALVARES, *et al.*, 2013) e vegetação/uso do solo (SCOLFORO & CARVALHO, 2009) e foi utilizada a ferramenta "*Tabulate Area*" disponível dentro do pacote "*Spatial Analyst Tools/Zonal*" do software ArcMap, para calcular a área total dos padrões de relevo, clima e vegetação/uso do solo em cada ecorregião. Ressalta-se que nessa etapa as bases cartográficas foram reprojetadas para o sistema de coordenadas UTM devido ao fato de que a informação de saída é dada pelo *Tabulate Area* na mesma unidade dos arquivos de entrada, no caso da projeção UTM em m². Essa ferramenta gera uma tabela em formato .dbf, que foi convertida para o formato .xls (Excel). Utilizando a ferramenta *Field Calculator* do ArcMap foi calculada a área total de cada ecorregião e a tabela de atributos contendo a área total de cada ecorregião também foi exportada para o formato .xls.

Sabendo-se a área total de cada ecorregião e a área de cada feição por ecorregião, foi calculado, no Excel, os percentuais de cada tipologia das feições de relevo, Vegetação/uso do solo e clima nas 65 ecorregiões.

Na tabela de saída foi calculado os percentuais de cada fitofisionomia em relação ao total de remanescentes de vegetação natural e não em relação à área total. Os percentuais de Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual foram calculados sem distinção das tipologias sub-montana ou montana. No caso do Cerrado, foram calculados os percentuais de cada fitofisionomia; Campo, Campo Cerrado, Cerrado e Vereda e também a soma destes, chamada de Cerrado *Lato-Sensu*. Os campos rupestres foram calculados apenas individualmente, não compondo o percentual total de Cerrado *Lato-Sensu*.

Em relação à área total de cada ecorregião, foram calculados os percentuais de silvicultura, água, urbano, agricultura/outros e também o percentual de vegetação natural remanescente.

Além disso, foi criado um campo contendo o clima predominante em cada ecorregião e sua classificação nos níveis II e III e a respectiva numeração das mesmas. As planilhas de cálculo dos percentuais ficaram vinculadas à planilha com os dados de entrada, de forma que se os valores de entrada fossem alterados os de saída se atualizariam automaticamente, facilitando o processo no caso de revisões de limites e consequentes novas tabulações.

Essa tabela de saída foi acoplada à tabela de atributos original, georrefenciada em projeção policônica, gerando uma nova tabela de atributos do Nível IV.

A partir da nova tabela de atributos os dados puderam ser visualizados espacialmente através da geração e manipulação de mapas temáticos produzidos para cada coluna da tabela. A visualização e manipulação dos dados matemáticos expressas nos mapas temáticos subsidiaram a revisão de alguns limites e a cada revisão de limites os processos de tabulação foram repetidos até se chegar a um resultado satisfatório.

Dessa forma, a interpretação da tabela final de atributos e a manipulação dos dados geradores dos mapas temáticos subsidiaram também o estabelecimento das regras de criação das ecorregiões em nível III, como será melhor demonstrado a seguir.

4.3 - ETAPA III: DEFININDO O LIMITE DAS ECORREGIÕES NÍVEL III

Análise dos dados quantitativos obtidos pela tabulação da área das fitofisionomias e do clima e os testes empíricos no processo de produção do mapas temáticos subsidiaram a delimitação das ecorregiões nos Níveis III e II. Dessa forma, enquanto no Nível IV os principais demarcadores das ecorregiões foram os padrões do relevo, no Nível III os principais definidores são as fitofisionomias e o clima predominante. Já no Nível II, a predominância, mais de 50%, das fitofisionomias Cerrado *lato sensu*, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual, classificam as ecorregiões do Nível III de acordo com a nomenclatura do Bioma típico de cada fitofisionomia predominante, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, respectivamente. Contudo, como o formato final das ecorregiões no nível III é dado pelo agrupamento das ecorregiões Nível IV, e as do Nível II pelo agrupamento de ecorregiões Nível III, em todos os níveis as ecorregiões apresentam contornos herdados dos padrões do relevo e demonstram uma grande correspondência com a distribuição da vegetação e com os padrões climáticos.

O método aqui desenvolvido para a definição dos limites no Nível III consiste em encontrar regras através das quais se possa delimitar regiões contínuas ou semicontínuas[5] com características ambientais similares. As regras criadas para cada ecorregião podem ser visualizadas na Tabela 4, abaixo, e seguindo as regras criadas pode-se selecionar na Tabela 6 as ecorregiões Nível IV que agrupadas formam cada ecorregião Nível III.

[5] A distância entre os polígonos que representam uma mesma ecorregião semicontínua somente ultrapassou 30 Km no caso das ecorregiões 1.2.3- Espinhaço e 1.3.1 - Mata Atlântica Cwb. No caso da ecorregião 1.2.3- Espinhaço a principal feição que define a ecorregião, a Serra, conecta os fragmentos por fora da área de estudo. Da mesma maneira a ecorregião Mata Atlântica Cwb também é conectada por fora da área de estudo por suas feições principais, clima Cwb e predominância, mais de 50% dos remanescentes, de Floresta Estacional Semidecidual. Nota-se que essa ecorregião apresenta um polígono com grande semelhança ao bioma da Mata Atlântica (IBGE, 2004) dentro da área de estudo, sendo que no caso dos Biomas também há a conexão entre os fragmentos fora da área de estudo.

Tabela 4 – Regras criadas para a criação das Ecorregiões Nível III [6]

ECORREGIÃO NÍVEL III	*Regras aplicadas*
1.1.1. - CAATINGA MINEIRA	Ecorregiões do nível IV com mais de 55% de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Decidual.
1.2.1 - SERTÃO VEREDAS	Ecorregiões do Nível IV com mais de 0,35 % de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Vereda, menos de 31% de Floresta Estacional Semidecidual e menos de 6% de Floresta Estacional Decidual.
1.2.2 - CERRADO TRANSIÇÃO CAATINGA	Ecorregiões Nível IV com 12% a 47% de Floresta Estacional Decidual e praticamente ausência (menos de 0,02%) de campo rupestre.
1.2.3 - CERRADO CENTRAL DE MINAS	1) Em ecorregiões Nível IV com clima predominante "Aw": Menos de 10% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual e menos de 0,15% de veredas.
	2) Em ecorregiões Nível IV com clima predominante Cwa ou Cwb: menos de 30% dos remanescentes com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual, mais de 22% de Cerrado Setrito Censu, menos de 0,15 de veredas, menos de 1,7% de Floresta Estacional Decidual e menos de 0,5% de Campos Rupestres.
1.2.4 - CERRADO DO OESTE	Ecorregiões do Nível IV com menos de 43% de seus remanescentes com a fitofisionomia Cerrado Strito Censu, mais de 55% de Cerrado Lato Sensu, percentuais de Floresta Estacional Semidecidual entre 10% a 43% ausência de Campo rupestre e Vereda abaixo de 0,7%.
1.2.5 – ESPINHAÇO	Ecorregiões com mais de 3,5% de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Campo Rupestre e mais de 35% com as fitofisionomias do Cerrado (Cerrado Lato-Censo).
1.3.1 - MATA ATLÂNTICA CWB	Ecorregiões do nível IV nas quais o clima predominante seja Cwb, e que tenha mais de 50% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual.
1.3.2 - MATA ATLÂNTICA CWA	Ecorregiões do nível IV nas quais o clima predominante seja Cwa, e que tenha mais de 50% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual.

4.4 - ETAPA IV: DEFININDO O LIMITE DAS ECORREGIÕES NÍVEL II

Para se definir os limites das ecorregiões Nível II, as ecorregiões do Nível III foram agrupadas de acordo com a predominância das fitofisionomias dos remanescentes de vegetação natural; sendo aquelas com mais de 50% de seus remanescentes com fitofisionomias do cerrado, Cerrado *lato sensu*, classificadas como pertencentes à ecorregião Nível II "1.2 – Cerrado"; aquelas com mais de 50% de seus remanescentes de vegetação natural classificados como Floresta Estacional Decidual pertencem à ecorregião Nível II "1.1 – Caatinga"; e aquelas com mais de 50% dos remanescentes classificados como Floresta Estacional Semidecidual pertencem à ecorregião Nível II "1.3 - Mata Atlântica". Considerando que o IBGE (2004) define o conceito de Bioma como *"um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria."*, a proposta de ecorregiões Nível II pode ser entendida também como uma proposta de limites dos biomas brasileiros dentro da área de estudo.

[6] A ecorregião 1.2.1.6 - Serra do Meio é abarcada pela regra aplicada a ecorregião Nível III 1.2.3 - Cerrado Central de Minas, no entanto foi deslocada para a ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas. Devido não só por à suas características ambientais similares as ecorregiões adjacentes, mas também por essa formar polígono contínuo com as demais. Essa exceção à regra será debatida adiante.

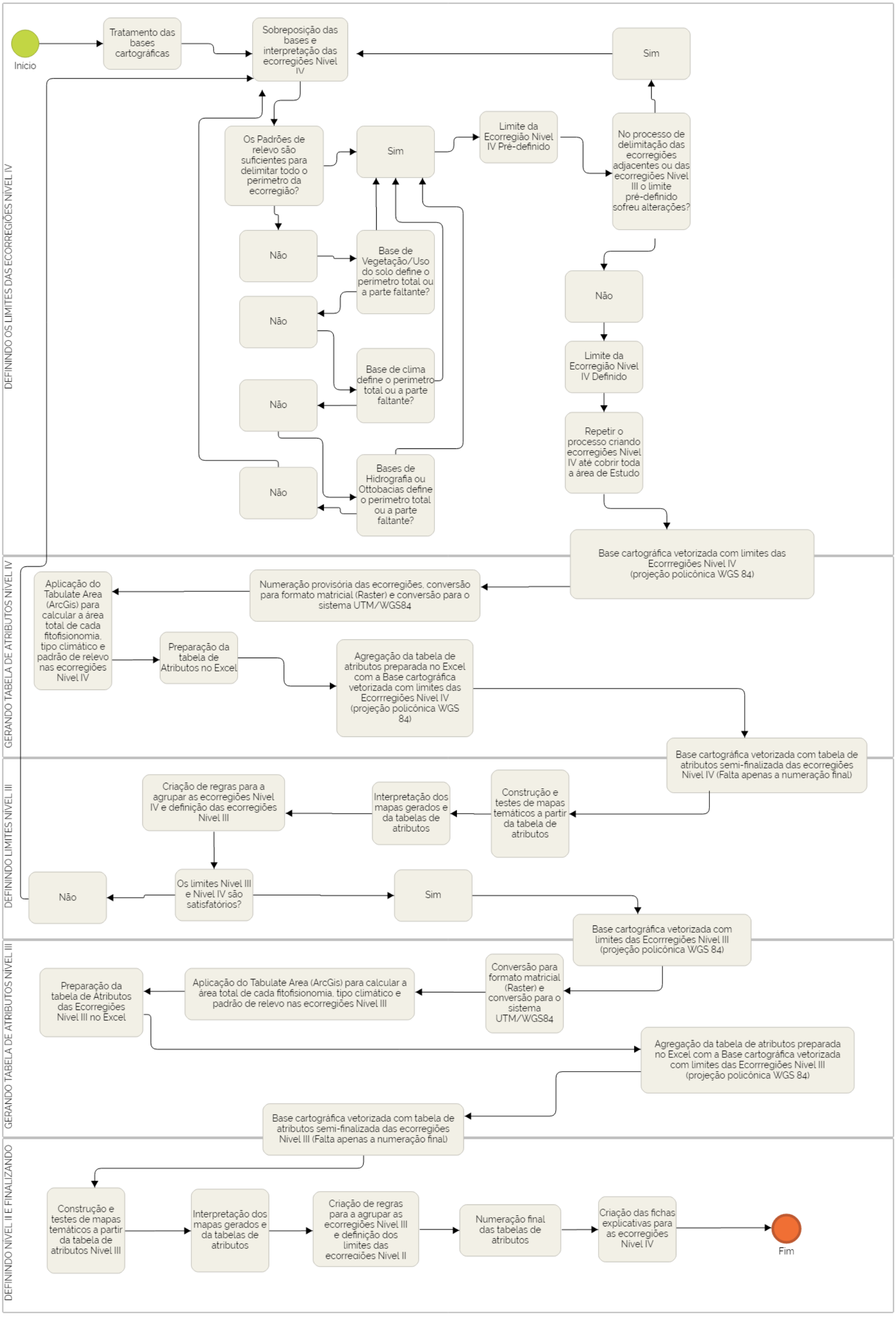


Figura 323 – Fluxograma do processo de produção da base cartográfica das Ecorregiões níveis IV, III e II

5. RESULTADOS

Ao todo, foram mapeadas 65 ecorregiões no Nível IV, 8 ecorregiões no Nível III, e 3 no Nível II (Tabelas 5 e 6 e Figura 34).

Tabela 5 – Ecorregiões Níveis II e III e respectivas quantidades de ecorregiões Nível IV.

Nível II	Nível III	Nº de ecorregiões Nível IV
1.1. - Caatinga	1.1.1 - Caatinga Mineira	3
1.2. - Cerrado	1.2.1 - Sertão Veredas	18
	1.2.2 - Cerrado Transição Caatinga	6
	1.2.3 - Cerrado Central de Minas	14
	1.2.4 - Cerrado do Oeste	8
	1.2.5 - Espinhaço	4
1.3. - Mata Atlântica	1.3.1 - Mata Atlântica Cwb	9
	1.3.2 - Mata Atlântica Cwa	3

5.1 - NÍVEL IV

Os resultados práticos e os critérios aplicados para o mapeamento de cada uma das 65 ecorregiões no Nível IV estão descritos nas Fichas Explicativas que compões o Apêndice deste trabalho.

A tabela de atributos (Tabela 6) gerada pela tabulação das fitofisionomias e o clima predominante, subsidiaram a produção de mapas temáticos (Figuras 35 a 48) que ajudam a entender as características ambientais de cada ecorregião, bem como subsidiaram o agrupamento destas para a formação das ecorregiões no nível III. Esses mapas são apresentados na sequência[7]. O Gráfico 2, que mostra a distribuição percentual das fitofisionomias nas ecorregiões Nível IV e também auxilia o entendimento dos agrupamentos das ecorregiões no nível IV para a formação das ecorregiões no nível III.

Apesar de não haver uma regra rígida para o agrupamento dos padrões de relevo, a Tabela 7, que mostra os percentuais de cada padrão, ajuda a compreender como estes se distribuem.

[7] Optou-se por apresentar ao lado dos mapas temáticos gerados com as informações da tabela de atributos das ecorregiões Nível IV uma figura com os limites das ecorregiões Nível III.O intuito é facilitar a interpretação e o entendimento das regras criadas para o agrupamento das ecorregiões Nível IV para a conformação dos limites no Nível III.

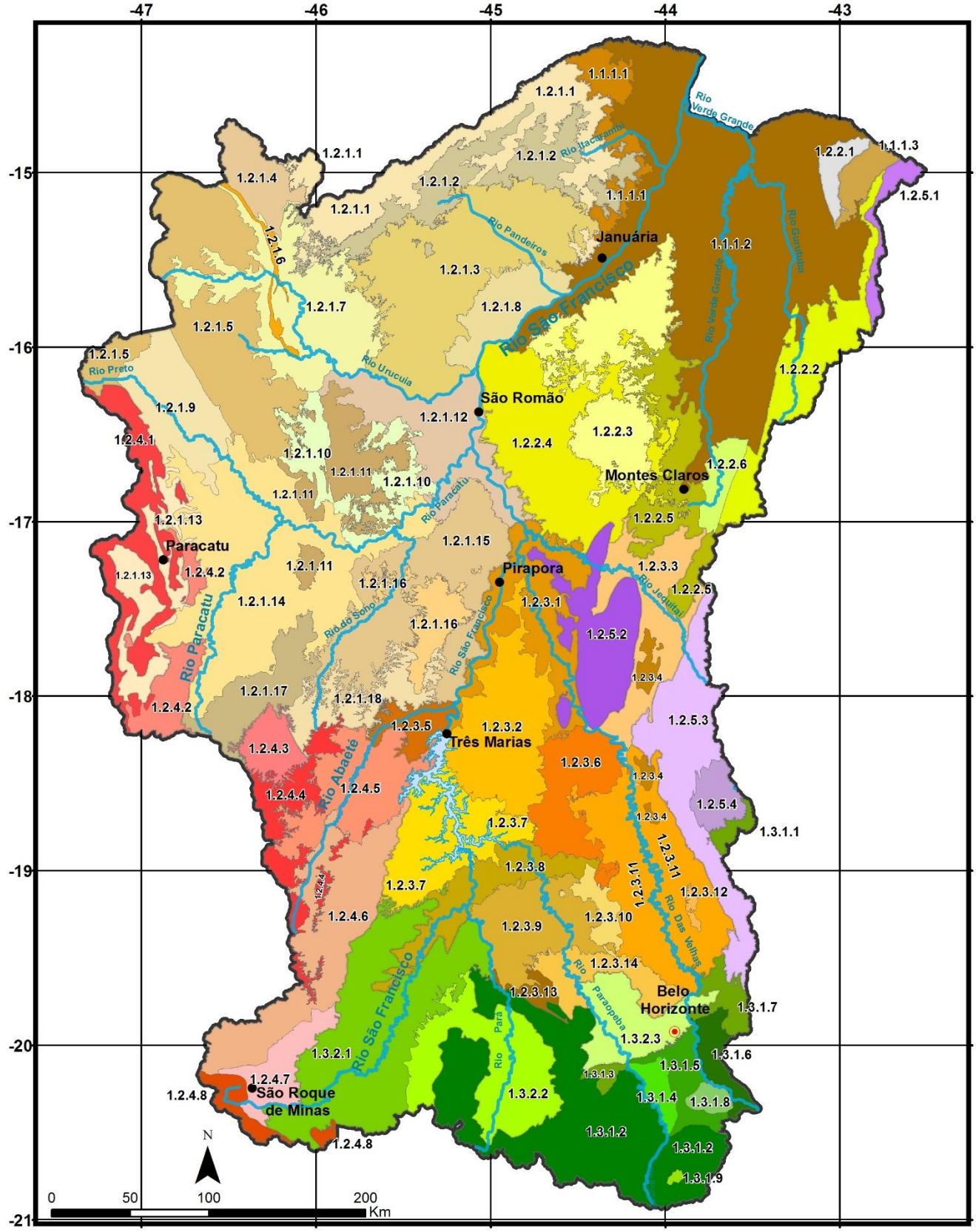


Figura 33 –Ecorregiões Nível IV

(Legenda: Vide Tabela de Atributos – Tabela 6)

Nº	Ecorregião	Clima Predominante	Nivel 2	Nivel 3	F.E.Semidecidual	F.E. Decidual	Rupestre	Campo	Campo Cerrado	Cerrado	Vereda	Cerrado Lato	Silvi-cultura	Água	Urbano	Agric. e outros	VegNatu
1.1.1.1	Colinas de Montalvânia	As	Caatinga	Caatinga Mineira	0.25	55.90	0.00	15.32	4.86	23.53	0.14	43.85	0.00	0.07	0.18	41.91	57.83
1.1.1.2	Tabuleiros de Jaíba e Januária	As	Caatinga	Caatinga Mineira	1.81	83.89	0.00	1.19	3.94	9.17	0.00	14.30	0.03	0.82	0.46	45.55	53.14
1.1.1.3	Colinas de Mamonas	As	Caatinga	Caatinga Mineira	0.10	75.63	0.00	0.10	16.28	7.89	0.00	24.27	0.00	0.65	1.04	72.62	25.69
1.2.1.1	Veredas do Norte	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	0.33	2.24	0.00	13.85	3.91	69.15	10.52	97.43	0.36	0.07	0.01	48.78	50.79
1.2.1.2	Chapada Gaúcha	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	0.82	0.74	0.00	9.31	1.70	86.66	0.77	98.44	1.17	0.01	0.03	33.44	65.36
1.2.1.3	Veredas do Acari/Rio Pandeiros	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	2.06	0.60	0.00	12.71	5.50	72.45	6.68	97.34	0.01	0.07	0.01	41.26	58.65
1.2.1.4	Chapadas do Rio Pitatinga	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	3.43	0.00	0.00	71.89	2.22	16.09	6.37	96.57	0.00	0.24	0.06	53.10	46.61
1.2.1.5	Chapadas do Alto Urucuia	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	8.90	0.00	0.00	51.69	1.69	34.68	3.05	91.10	1.78	0.20	0.01	60.83	37.17
1.2.1.6	Serra do Meio	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	6.89	0.00	0.00	23.60	0.29	69.22	0.00	93.11	0.00	0.46	0.00	52.18	47.36
1.2.1.7	TAbuleiros do Alto Urucuia	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	6.95	0.00	0.00	40.45	0.94	48.49	3.17	93.05	0.05	0.36	0.15	47.87	51.57
1.2.1.8	Tabuleiros e Fozes dos Rios Pandeiros, Pardo e Acari	As	Cerrado	Sertão Veredas	6.56	5.25	0.00	5.38	20.98	60.48	1.35	88.19	0.01	1.31	0.03	28.84	69.80
1.2.1.9	Serras Calcáreas de Unaí	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	9.69	0.00	0.00	33.42	2.18	54.33	0.38	90.31	0.00	0.07	0.27	70.86	28.81
1.2.1.10	Colinas do do Urucuia/Paracatu	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	5.61	0.00	0.00	46.38	1.82	42.26	3.93	94.39	0.43	0.19	0.06	46.88	52.44
1.2.1.11	Platôs do Urucuia/Paracatú	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	3.01	0.00	0.00	37.18	2.18	51.87	5.76	96.99	2.73	0.00	0.00	31.81	65.46
1.2.1.12	Tabuleiros do Urucuia/Paracatu	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	10.31	1.79	0.00	9.24	5.32	69.98	3.37	87.91	2.38	2.28	0.08	42.07	53.19
1.2.1.13	Sopé das Serras da Contagem e Araras	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	30.62	0.00	0.00	24.88	1.00	39.86	3.63	69.38	0.85	0.29	0.32	72.83	25.70
1.2.1.14	Tabuleiros do Paracatu	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	21.34	0.00	0.00	8.32	2.10	64.63	3.61	78.65	7.68	0.79	0.08	64.55	26.89
1.2.1.15	Colinas do Rio do Sono Aw	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	4.65	1.00	0.00	52.19	1.69	39.69	0.78	94.35	2.78	0.19	0.00	43.83	53.20
1.2.1.16	Chapadão dos Gerais	Cwa	Cerrado	Sertão Veredas	6.09	0.00	0.00	23.29	2.77	66.49	1.36	93.91	24.66	0.34	0.00	45.74	29.26
1.2.1.17	Platôs de Ponte Firme	Aw	Cerrado	Sertão Veredas	20.31	0.00	0.00	45.71	1.66	30.64	1.68	79.69	3.48	0.26	0.22	65.15	30.90
1.2.1.18	Colinas do Rio do Sono Cwa	Cwa	Cerrado	Sertão Veredas	3.80	0.00	0.00	56.82	0.25	37.88	1.25	96.20	9.80	0.02	0.00	43.94	46.24
1.2.2.1	Serra Central - Caminho dos Gerais	Cwb	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	3.01	34.52	0.00	3.40	1.89	57.18	0.00	62.48	0.00	0.00	0.00	17.84	82.16
1.2.2.2	Escarpas do Espinhaço Norte	As	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	1.74	46.75	0.01	8.46	6.17	36.82	0.04	51.50	1.84	0.13	0.10	39.31	58.62
1.2.2.3	Colinas do Médio São Francisco	As	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	1.16	27.68	0.00	11.53	13.52	45.95	0.16	71.16	0.51	0.01	0.15	45.22	54.10
1.2.2.4	Complexo de Tabuleiros e Platôs da região de Campo Azul	As	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	4.79	12.46	0.00	19.07	8.85	53.92	0.92	82.76	3.35	0.19	0.05	32.98	63.43
1.2.2.5	Degraus de Montes Claros e Bocaiuva	As	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	3.14	12.92	0.00	10.16	14.09	59.64	0.05	83.94	1.74	0.01	0.09	57.20	40.95
1.2.2.6	Colinas do Alto Verde Grande	As	Cerrado	Cerrado Transição Caatinga	1.51	12.93	0.00	2.46	27.94	55.16	0.00	85.56	0.00	0.45	0.03	68.97	30.54
1.2.3.1	Tabuleiros do Gauicuí	Aw	Cerrado	Cerrado Central de Minas	9.39	1.44	0.01	20.15	4.10	64.90	0.01	89.16	2.41	2.36	0.68	47.41	47.15
1.2.3.2	Serra do Repartimento	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	1.81	1.16	0.00	52.54	2.13	42.26	0.10	97.03	18.42	0.26	0.05	26.62	54.65
1.2.3.3	Depressão Espinhaço/Cabral	Aw	Cerrado	Cerrado Central de Minas	7.14	0.46	0.54	13.52	13.44	64.88	0.02	91.86	0.36	0.48	0.25	63.35	35.56
1.2.3.4	Baixos Platôs Espinhaço/Cabral	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	2.01	1.67	0.41	16.78	10.35	68.78	0.00	95.90	4.95	0.02	0.02	54.83	40.18

Tabela 6 – Tabela de atributos das ecorregiões Nível IV *(continua)*

Nº	Ecorregião	Clima Predominante	Nivel 2	Nivel 3	F.E.Semidecidual	F.E. Decidual	Rupestre	Campo	Campo Cerrado	Cerrado	Vereda	Cerrado Lato	Silvi-cultura	Água	Urbano	Agric. e outros	VegNatu
1.2.3.5	Baixo Vale do rio Abaeté	Aw	Cerrado	Cerrado Central de Minas	8.97	0.00	0.00	63.46	0.17	27.40	0.00	91.03	2.17	1.49	0.00	43.86	52.48
1.2.3.6	Tabuleiros de Morro da Garça	Aw	Cerrado	Cerrado Central de Minas	4.03	0.47	0.00	13.96	2.43	78.98	0.13	95.50	10.56	0.40	0.43	52.59	36.02
1.2.3.7	Colinas e Tabuleiros do Lago de Três Marias	Aw	Cerrado	Cerrado Central de Minas	4.45	0.00	0.00	5.32	2.37	87.82	0.05	95.55	14.04	4.20	0.35	54.89	26.52
1.2.3.8	Colinas Campestres do Sul do Lago de Três Marias	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	3.75	0.00	0.00	73.48	0.45	22.29	0.04	96.25	5.46	1.55	0.09	33.61	59.29
1.2.3.9	Colinas e Tabuleiros de Pompéu e Paraopeba	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	13.33	0.00	0.00	1.60	1.82	83.14	0.12	86.67	8.80	1.00	0.64	62.64	26.91
1.2.3.10	Serra de Santa Helena	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	3.38	0.00	0.00	48.36	5.18	43.08	0.00	96.62	0.97	0.03	0.34	49.51	49.14
1.2.3.11	Colinas Calcáreas do Vale do rio das Velhas	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	5.75	0.01	0.06	24.07	8.37	61.71	0.03	94.18	0.34	0.64	1.06	46.54	51.42
1.2.3.12	Serra de Baldim	Cwb	Cerrado	Cerrado Central de Minas	8.32	0.00	0.00	10.64	2.61	78.44	0.00	91.68	0.00	0.00	0.00	48.49	51.51
1.2.3.13	Serras de Onça do Pitangui	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	29.76	0.00	0.00	6.39	1.08	62.77	0.00	70.24	0.14	0.08	1.56	62.81	35.41
1.2.3.14	Depressão RMBH Norte	Cwa	Cerrado	Cerrado Central de Minas	20.57	0.00	0.00	1.57	9.26	68.59	0.00	79.43	1.89	0.84	5.15	57.97	34.15
1.2.4.1	Serras da Contagem e Araras	Aw	Cerrado	Cerrado do Oeste	32.60	0.00	0.00	28.46	0.61	38.27	0.06	67.40	0.26	0.13	0.09	53.44	46.08
1.2.4.2	Colinas do Alto Paracatu	Aw	Cerrado	Cerrado do Oeste	17.28	0.00	0.00	39.69	0.78	42.13	0.12	82.72	0.46	0.18	0.22	53.46	45.67
1.2.4.3	Colinas de Presidente Olegário	Cwa	Cerrado	Cerrado do Oeste	10.95	0.00	0.00	67.74	0.02	21.27	0.02	89.05	0.00	0.23	0.00	53.94	45.83
1.2.4.4	Platôs do Alto Abaeté	Cwb	Cerrado	Cerrado do Oeste	42.36	0.00	0.00	24.16	0.06	32.75	0.67	57.64	0.06	0.05	0.12	85.01	14.76
1.2.4.5	Colinas do Abaeté/Borrachudo	Cwa	Cerrado	Cerrado do Oeste	14.32	0.00	0.00	64.67	0.14	20.87	0.00	85.68	0.09	1.07	0.03	59.71	39.11
1.2.4.6	Serra da Saudade	Cwb	Cerrado	Cerrado do Oeste	26.68	0.00	0.00	65.04	0.16	8.12	0.00	73.32	0.40	0.08	0.11	61.45	37.96
1.2.4.7	Colinas Campestres do Alto São Francisco	Cwa	Cerrado	Cerrado do Oeste	15.44	0.00	0.00	80.28	0.00	4.28	0.00	84.56	0.37	0.02	0.21	62.13	37.26
1.2.4.8	Serra da Canastra	Cwb	Cerrado	Cerrado do Oeste	20.74	0.00	0.00	74.25	0.00	5.01	0.00	79.26	0.05	0.21	0.02	49.02	50.69
1.2.5.1	Espinhaço Norte	Cwb	Cerrado	Espinhaço	5.73	13.96	18.11	6.21	2.89	53.10	0.00	62.20	0.00	0.00	0.00	19.26	80.74
1.2.5.2	Serra do Cabral	Cwb	Cerrado	Espinhaço	3.54	3.51	17.96	28.74	9.58	36.37	0.30	74.99	6.35	0.02	0.01	22.07	71.54
1.2.5.3	Espinhaço Sul	Cwb	Cerrado	Espinhaço	4.09	0.71	59.82	14.64	2.29	18.35	0.09	35.37	0.06	0.08	0.00	31.36	68.49
1.2.5.4	Cabeceira do Paraúna Cerrado	Cwb	Cerrado	Espinhaço	17.72	1.80	3.78	39.34	2.41	34.75	0.20	76.69	0.43	0.04	0.60	71.43	27.50
1.3.2.1	Colinas e Tabuleiros do Alto São Francisco	Cwa	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwa	50.50	0.00	0.00	11.49	0.30	37.69	0.01	49.50	4.77	0.65	0.72	81.78	12.08
1.3.2.2	Colinas de Divinópolis	Cwa	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwa	79.86	0.00	0.00	2.16	0.02	17.96	0.00	20.14	2.52	0.67	2.04	79.60	15.16
1.3.2.3	Depressão RMBH Sul	Cwa	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwa	89.97	0.00	0.16	2.39	0.00	7.49	0.00	9.88	0.34	1.10	26.44	53.81	18.32
1.3.1.1	Cabeceira do Paraúna Mata	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	94.79	0.00	0.27	4.94	0.00	0.00	0.00	4.94	1.30	0.00	0.36	68.57	29.76
1.3.1.2	Planalto Centro-Sul Mineiro	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	79.84	0.00	0.17	8.57	0.06	11.36	0.00	19.99	0.93	0.25	1.10	85.25	12.46
1.3.1.3	Serra Azul	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	84.85	0.00	0.80	9.83	0.00	4.52	0.00	14.35	0.14	0.93	0.00	71.83	27.10
1.3.1.4	Moeda Velha	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	83.76	0.00	1.79	13.82	0.00	0.63	0.00	14.45	0.04	0.00	0.42	74.80	24.73
1.3.1.5	Quadrilátero Ferrífero Central	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	54.95	0.00	15.73	29.11	0.00	0.21	0.00	29.32	0.15	0.55	1.96	48.11	49.23
1.3.1.6	Encostas do Gandarela	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	73.90	0.00	4.60	21.00	0.00	0.50	0.00	21.50	4.59	0.05	0.65	39.16	55.55
1.3.1.7	Serras Baixas de Taquaraçu/Caeté	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	84.04	0.00	1.50	2.59	1.48	10.40	0.00	14.46	6.59	0.29	1.20	57.43	34.49
1.3.1.8	Bação	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	97.70	0.00	0.23	2.07	0.00	0.00	0.00	2.07	0.28	0.27	1.62	69.87	27.96
1.3.1.9	Serra de Casa Grande	Cwb	Mata Atlântica	Mata Atlântica Cwb	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.17	0.00	77.36	20.87

Tabela 6 – Tabela de atributos das ecorregiões Nível IV *(continuação/fim)*

N	Ecorregião	Planícies Fluviais ou flúvio-lacustres	Terraços Fluviais	Tabuleiros		Terrenos planos elevados		Superfícies aplainadas		Relevo Residual	Colinoso		Terrenos acidentados				
				Tabuleiros	Tabuleiros Dissecados	Planaltos e Baixos Platôs	Chapadas e Platôs	Superfícies Aplainadas Conservadas	Superfícies Aplainadas Degradadas	Inselbergs	Domínio de Colinas Amplas e Suaves	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	Domínio de Morros e de Serras Baixas	Domínio Montanhoso	Escarpas Serranas	Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	Vales Encaixados
1.1.1.1	Colinas de Montalvânia	-	-	-	-	0,35	-	-	-	-	-	99,65	-	-	-	-	-
1.1.1.2	Tabuleiros de Jaíba e Januária	5,99	2,53	37,76	-	0,95	-	41,26	10,59	0,56	-	-	0,36	-	-	-	-
1.1.1.3	Colinas de Mamonas	4,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,54	-	-	-	-	-
1.2.1.1	Veredas do Norte	4,34	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	95,03	-	-	-	-	0,43
1.2.1.2	Chapada Gaúcha	-	-	-	-	49,58	49,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49
1.2.1.3	Veredas do Acari/Rio Pandeiros	5,13	-	0,23	73,60	-	-	0,54	14,93	-	-	-	-	-	-	5,56	-
1.2.1.4	Chapadas do Rio Piratinga	-	-	-	-	0,30	36,62	-	-	-	-	-	63,09	-	-	-	-
1.2.1.5	Chapadas do Alto Urucuia	-	-	-	-	-	49,98	-	-	-	-	-	-	-	29,32	-	20,70
1.2.1.6	Serra do Meio	-	-	-	-	-	13,66	-	-	-	-	-	-	86,34	-	-	-
1.2.1.7	Tabuleiros do Alto Urucuia	8,14	-	38,33	-	-	-	29,70	3,21	0,50	-	-	-	0,34	-	19,79	-
1.2.1.8	Tabuleiros e Fozes dos Rios Pandeiros, Pardo, Acari e Urucuia	10,61	-	75,47	-	-	-	7,43	6,14	0,35	-	-	-	-	-	-	-
1.2.1.9	Serras Calcáreas de Unaí	-	-	-	-	-	0,34	58,08	21,14	0,47	-	-	18,51	-	1,46	-	-
1.2.1.10	Colinas do do Urucuia/Paracatu	0,49	-	0,12	-	-	-	-	-	0,85	96,97	-	-	-	1,58	-	-
1.2.1.11	Platôs do Urucuia/Paracatú	-	-	-	-	75,54	-	-	-	-	-	-	2,01	-	-	17,96	4,49
1.2.1.12	Tabuleiros do Urucuia/Paracatu	23,20	1,15	69,46	-	-	-	-	6,04	-	0,14	-	-	-	-	-	-
1.2.1.13	Sopé das Serras da Contagem e Araras	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.1.14	Tabuleiros do Paracatu	0,26	-	75,08	-	-	-	1,98	7,87	-	0,80	-	-	-	14,01	-	-
1.2.1.15	Colinas do Rio do Sono Aw	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	87,28	-	-	-	0,23	12,05	0,17
1.2.1.16	Chapadão dos Gerais	-	-	-	-	44,70	41,43	-	-	-	2,35	-	-	-	11,52	-	-
1.2.1.17	Platôs de Ponte Firme	0,05	-	-	-	44,04	11,84	-	-	-	0,05	-	-	-	-	37,63	6,39
1.2.1.18	Colinas do Rio do Sono Cwa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-	-	-
1.2.2.1	Serra Central - Caminho dos Gerais	0,97	-	-	-	42,35	-	-	-	-	-	-	-	-	56,68	-	-
1.2.2.2	Escarpas do Espinhaço Norte	1,32	-	-	-	4,98	4,62	-	-	-	4,30	8,24	35,53	8,22	29,37	3,42	-
1.2.2.3	Colinas do Médio São Francisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91,05	8,95	-	-	-	-	-
1.2.2.4	Complexo de Tabuleiros e Platôs da região de Campo Azul	1,04	0,72	6,06	10,44	28,05	3,93	-	45,69	-	-	-	-	-	-	4,08	-
1.2.2.5	Degraus de Montes Claros e Bocaiuva	-	-	-	-	6,85	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	86,04	6,96
1.2.2.6	Colinas do Alto Verde Grande	-	-	4,64	-	-	-	-	-	-	95,36	-	-	-	-	-	-
1.2.3.1	Tabuleiros do Gaucuí	10,64	-	59,34	-	-	-	-	24,54	-	5,48	-	-	-	-	-	-
1.2.3.2	Serra do Repartimento	-	-	-	-	73,13	0,50	-	0,44	-	-	-	1,66	-	-	24,26	-
1.2.3.3	Depressão Espinhaço/Cabral	1,73	-	3,70	-	-	-	-	81,59	-	12,84	-	-	0,14	-	-	-
1.2.3.4	Baixos Platôs Espinhaço/Cabral	-	-	-	-	30,08	-	-	-	-	-	32,11	11,82	-	-	25,99	-

Tabela 7 - Distribuição percentual dos padrões de relevo nas ecorregiões Nível IV *(continua)*

* Em verde os valores acima de 10%

N	Ecorregião	Planícies Fluviais ou flúvio-lacustres	Terraços Fluviais	Tabuleiros		Terrenos planos elevados		Superfícies aplainadas		Relevo Residual	Colinoso		Terrenos acidentados				
				Tabuleiros	Tabuleiros Dissecados	Planaltos e Baixos Platôs	Chapadas e Platôs	Superfícies Aplainadas Conservadas	Superfícies Aplainadas Degradadas	Inselbergs	Domínio de Colinas Amplas e Suaves	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos	Domínio de Morros e de Serras Baixas	Domínio Montanhoso	Escarpas Serranas	Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	Vales Encaixados
1.2.3.5	Baixo Vale do rio Abaeté	0,51	-	-	-	23,52	-	-	-	-	2,90	1,62	-	-	-	19,91	51,54
1.2.3.6	Tabuleiros de Morro da Garça	-	-	39,92	-	-	-	-	50,83	0,59	8,65	-	-	-	-	-	-
1.2.3.7	Colinas e Tabuleiros do Lago de Três Marias	-	-	52,97	-	-	-	-	3,77	-	13,99	29,27	-	-	-	-	-
1.2.3.8	Colinas Campestres do Sul do Lago de Três Marias	0,69	-	13,08	0,66	-	-	-	4,02	-	1,70	79,84	-	-	-	-	-
1.2.3.9	Colinas e Tabuleiros de Pompéu e Paraopeba	0,43	-	44,56	-	1,45	-	-	-	-	49,61	3,94	-	-	-	-	-
1.2.3.10	Serra de Santa Helena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-
1.2.3.11	Colinas Calcáreas do Vale do rio das Velhas	0,10	-	0,49	-	-	-	-	-	-	77,75	20,39	1,27	-	-	-	-
1.2.3.12	Serra de Baldim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-
1.2.3.13	Serras de Onça do Pitangui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-
1.2.3.14	Depressão RMBH Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,64	84,36	-	-	-	-	-
1.2.4.1	Serras da Contagem e Araras	-	-	-	-	23,91	14,66	-	-	3,91	-	-	29,07	-	5,76	22,69	-
1.2.4.2	Colinas do Alto Paracatu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,68	46,32	-	-	-	-	-
1.2.4.3	Colinas de Presidente Olegário	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-	-
1.2.4.4	Platôs do Alto Abaeté	-	-	-	-	50,50	23,58	-	-	-	-	-	-	-	-	23,10	2,82
1.2.4.5	Colinas do Abaeté/Borrachudo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,71	87,99	-	-	-	7,30	-
1.2.4.6	Serra da Saudade	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-	82,75	-	1,69	15,15	-
1.2.4.7	Colinas Campestres do Alto São Francisco	0,25	-	0,43	-	-	-	-	-	-	-	99,32	-	-	-	-	-
1.2.4.8	Serra da Canastra	-	-	-	-	-	30,93	-	-	-	-	-	38,03	21,27	9,78	-	-
1.2.5.1	Espinhaço Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	89,91	-	8,51	-
1.2.5.2	Serra do Cabral	-	-	-	-	9,26	54,04	-	-	0,15	-	-	-	3,05	29,23	4,27	-
1.2.5.3	Espinhaço Sul	0,24	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-	-	6,00	88,06	5,42	-	-
1.2.5.4	Cabeceira do Paraúna Cerrado	1,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,53	54,08	-	-	-
1.3.1.1	Cabeceira do Paraúna Mata	3,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,65	63,34	-	-	-
1.3.1.2	Planalto Centro-Sul Mineiro	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,71	91,63	-	-	-	-
1.3.1.3	Serra Azul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,28	92,72	-	-	-
1.3.1.4	Moeda Velha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,03	-	43,97	-	-
1.3.1.5	Quadrilátero Ferrífero Central	-	-	-	-	-	5,88	-	-	-	15,69	-	2,86	75,57	-	-	-
1.3.1.6	Encostas do Gandarela	-	-	-	-	-	0,71	-	-	-	-	-	-	99,29	-	-	-
1.3.1.7	Serras Baixas de Taquaraçu/Caeté	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,19	1,81	-	-	-
1.3.1.8	Bação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-	-	-
1.3.1.9	Serra de Casa Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-	-	-
1.3.2.1	Colinas e Tabuleiros do Alto São Francisco	2,76	-	32,44	6,62	-	-	-	-	-	17,78	40,39	-	-	-	-	-
1.3.2.2	Colinas de Divinópolis	3,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,20	-	-	-	-	-
1.3.2.3	Depressão RMBH Sul	-	-	0,67	-	-	-	-	-	-	51,73	42,83	3,84	0,94	-	-	-

Tabela 7 - Distribuição percentual dos padrões de relevo nas ecorregiões Nível IV ***(continuação/fim)***

* Em verde os valores acima de 10%

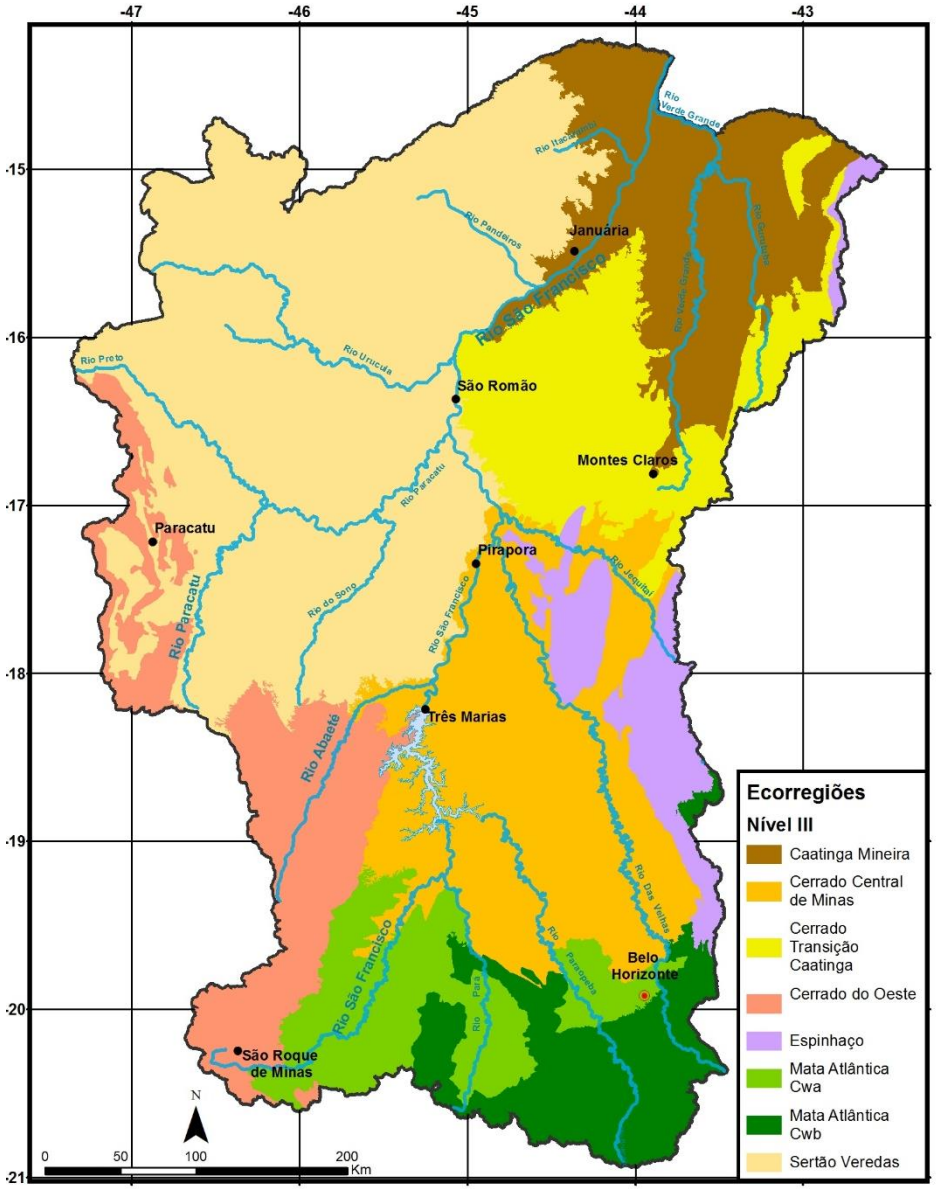


Figura 34 – Ecorregiões Nível III

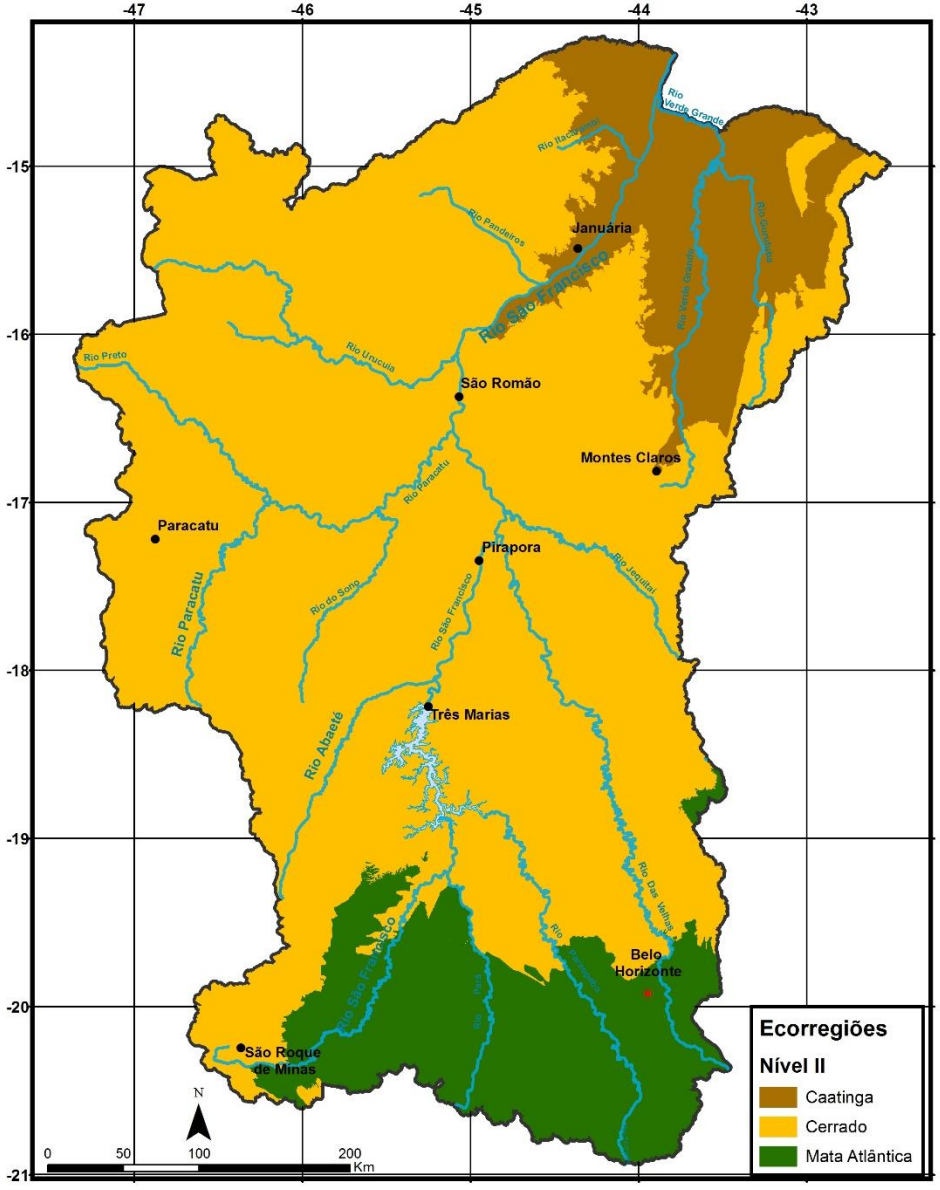


Figura 35 – Ecorregiões Nível II

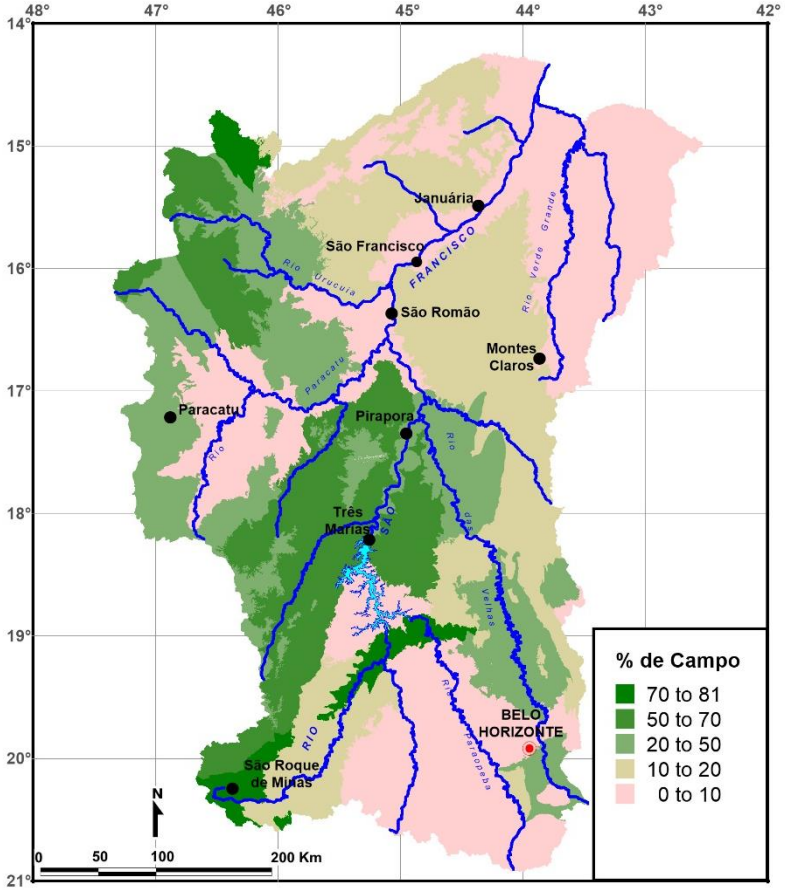
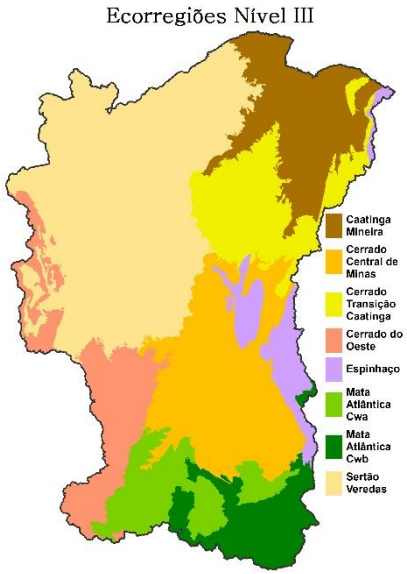


Figura 36 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo



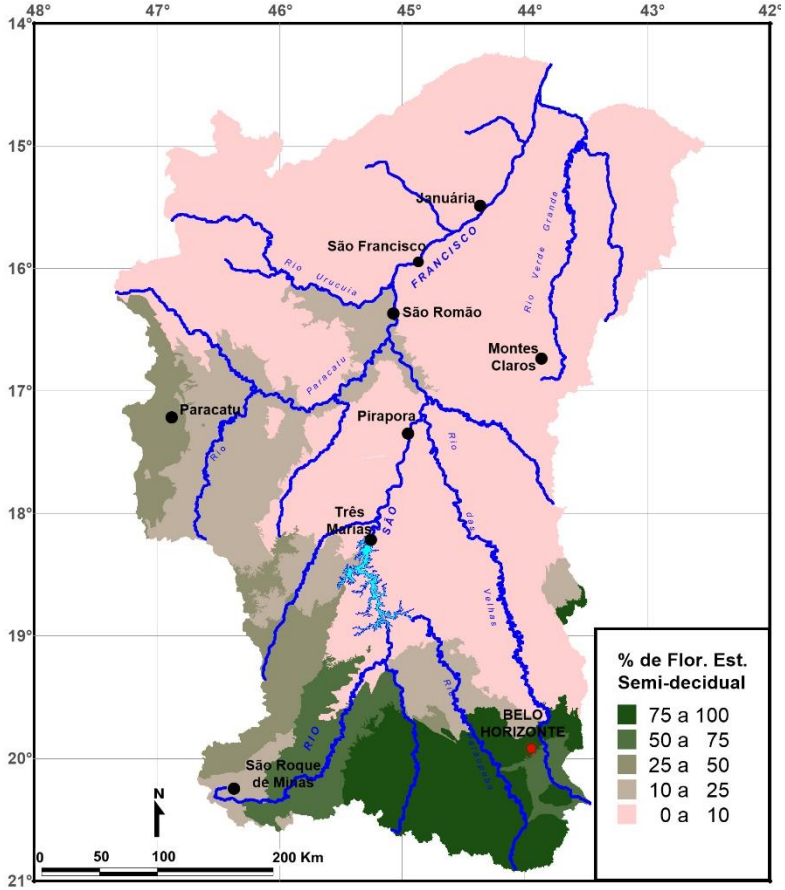
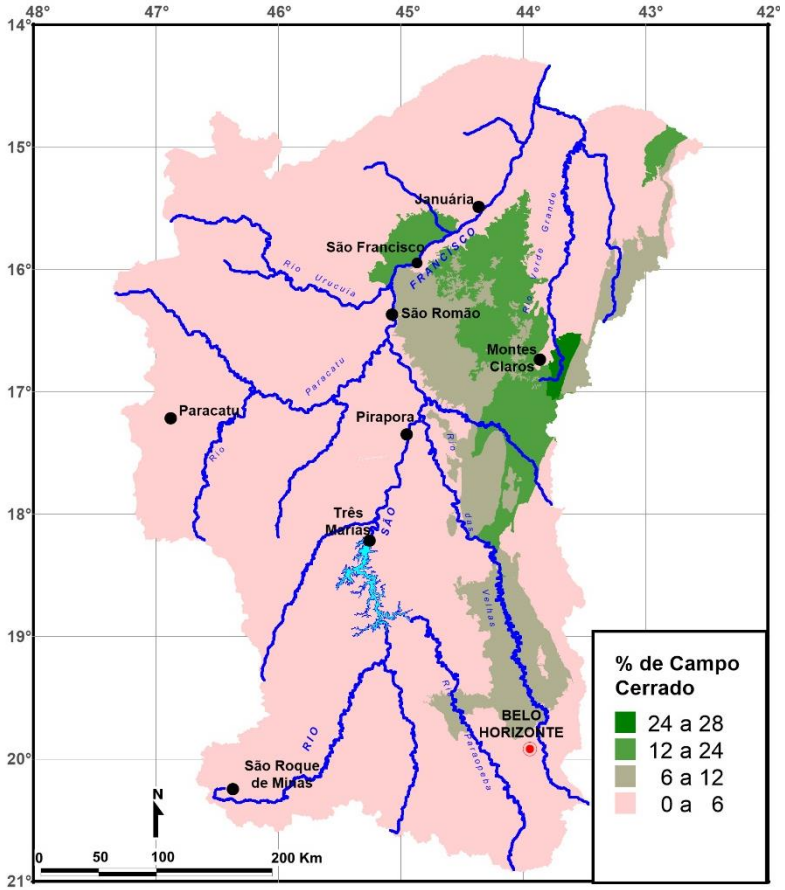
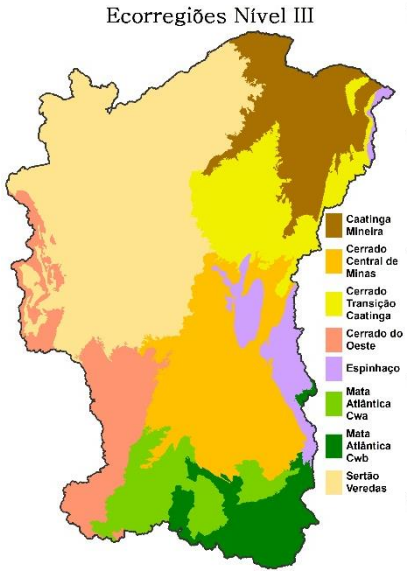


Figura 37 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Floresta Estacional Semidecidual





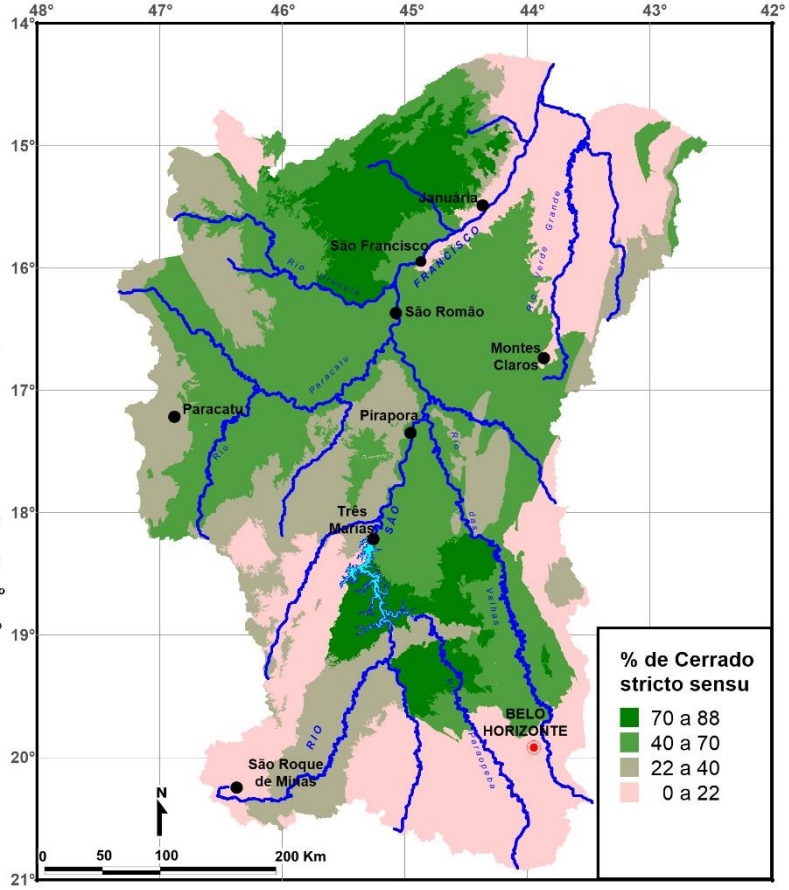
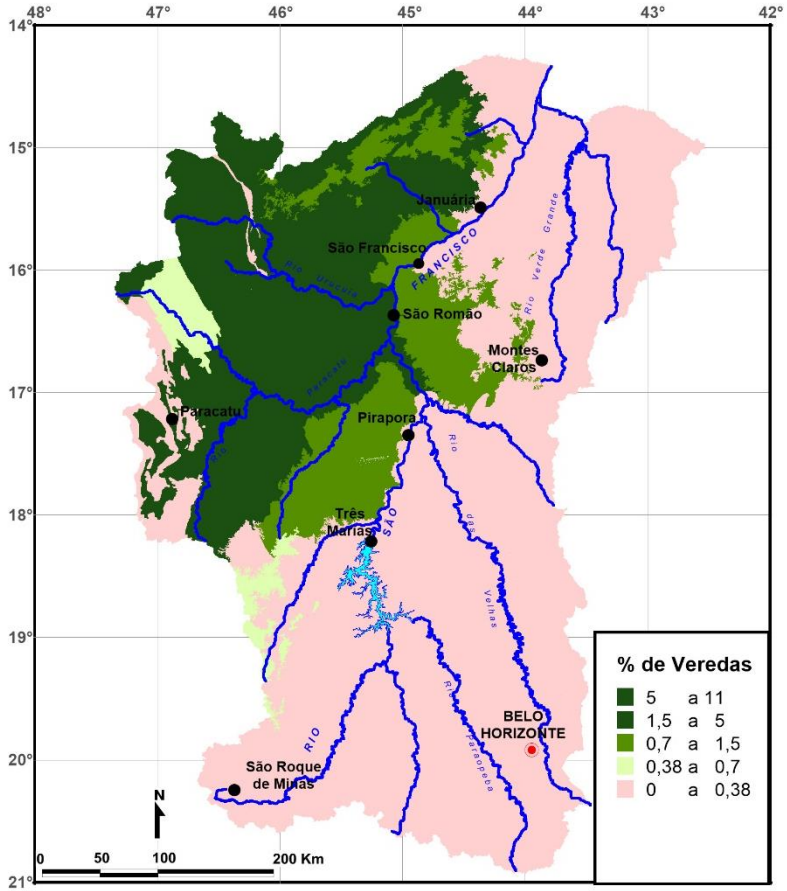


Figura 38. – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo Cerrado.

Figura 39 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual d Cerrado *stricto sensu*



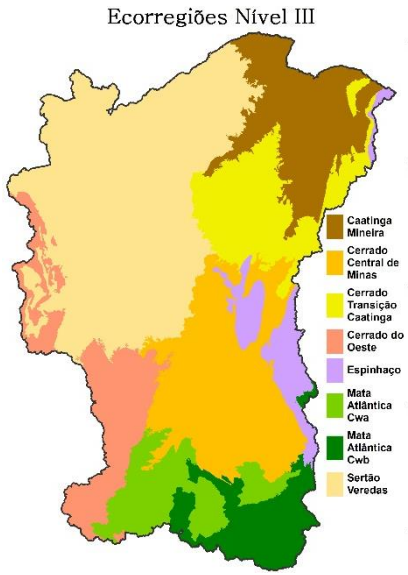


Figura 40 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Veredas.

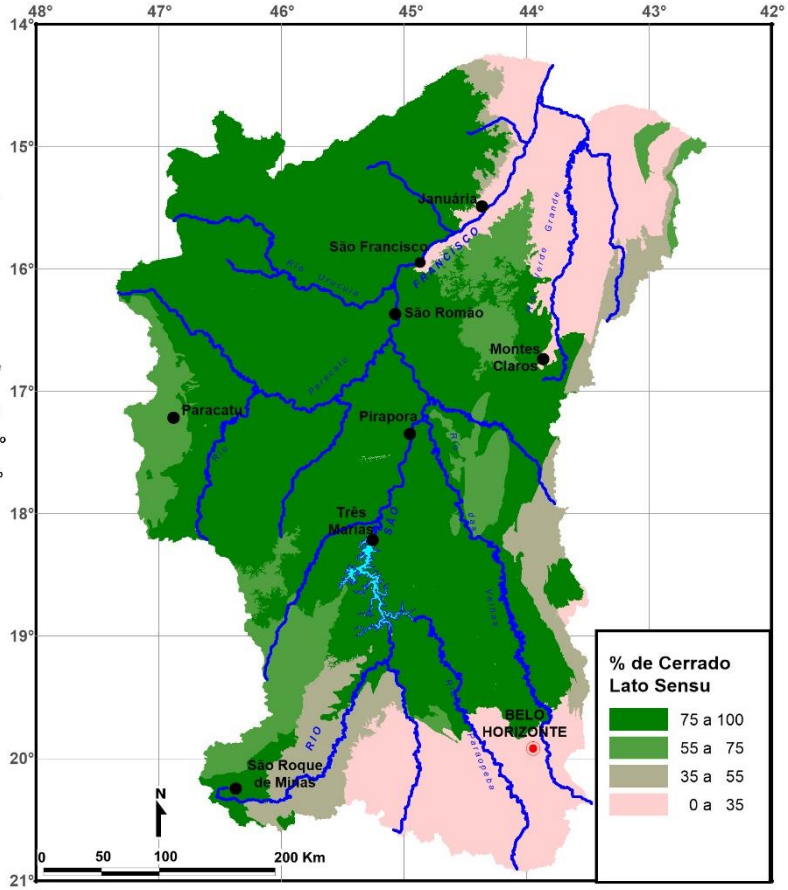


Figura 41 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Cerrado *lato sensu.*

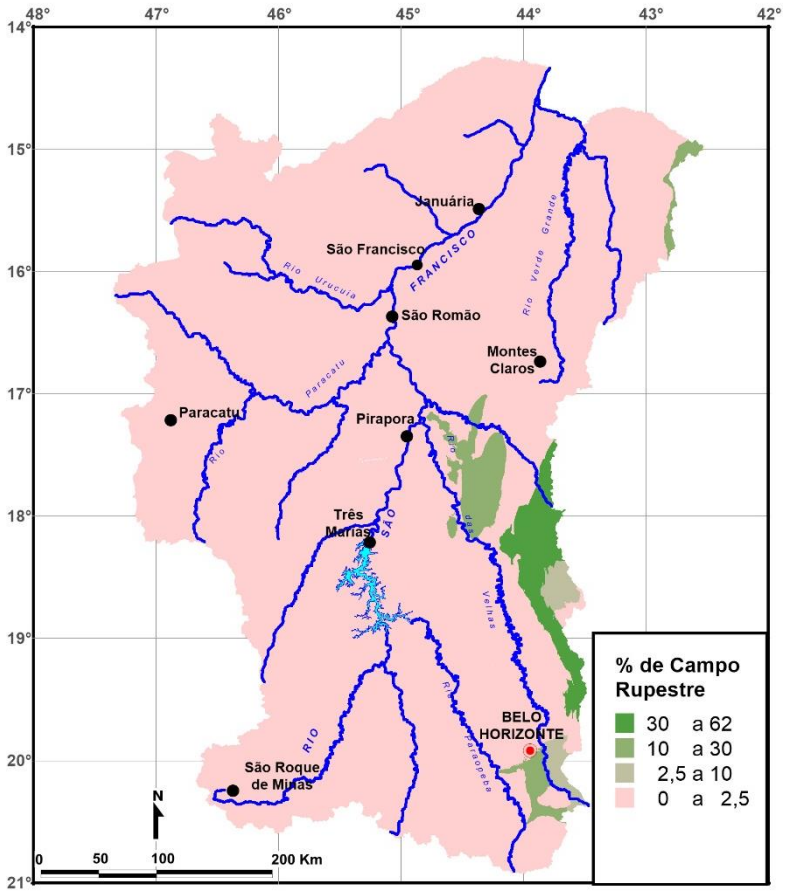
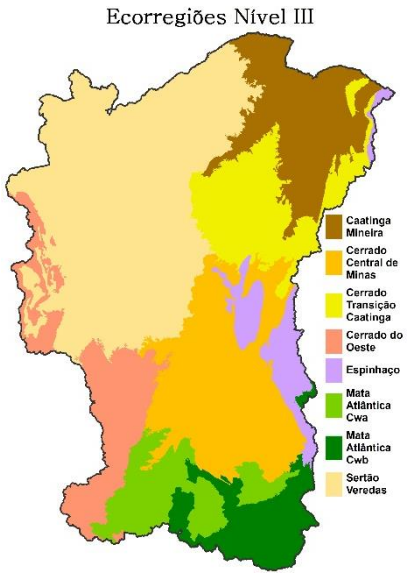


Figura 42 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Campo Rupestre



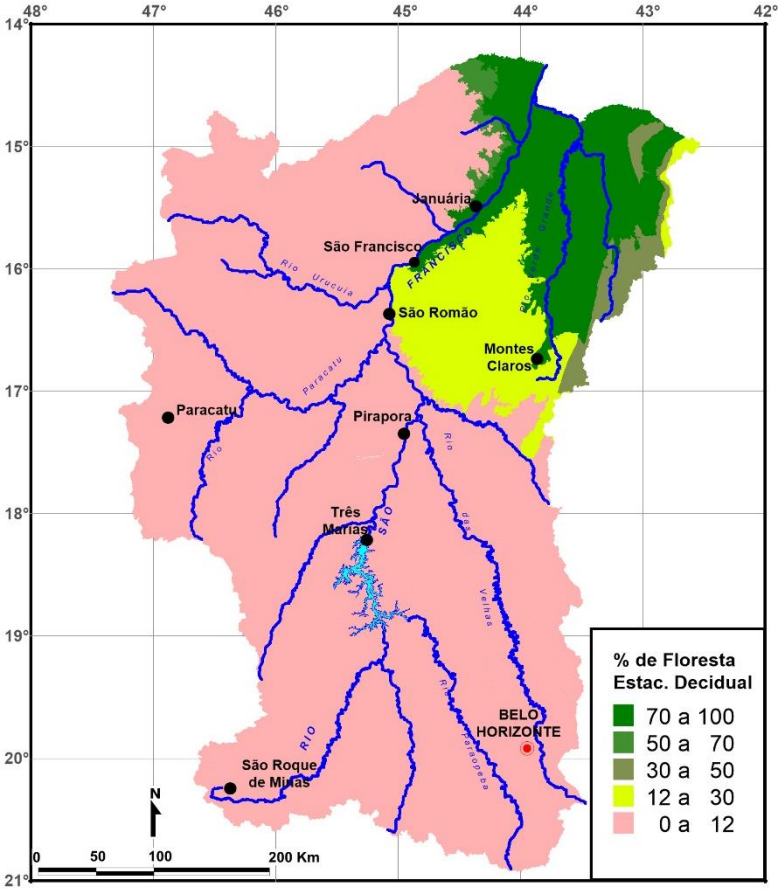


Figura 43 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Floresta Estacional Decidual.

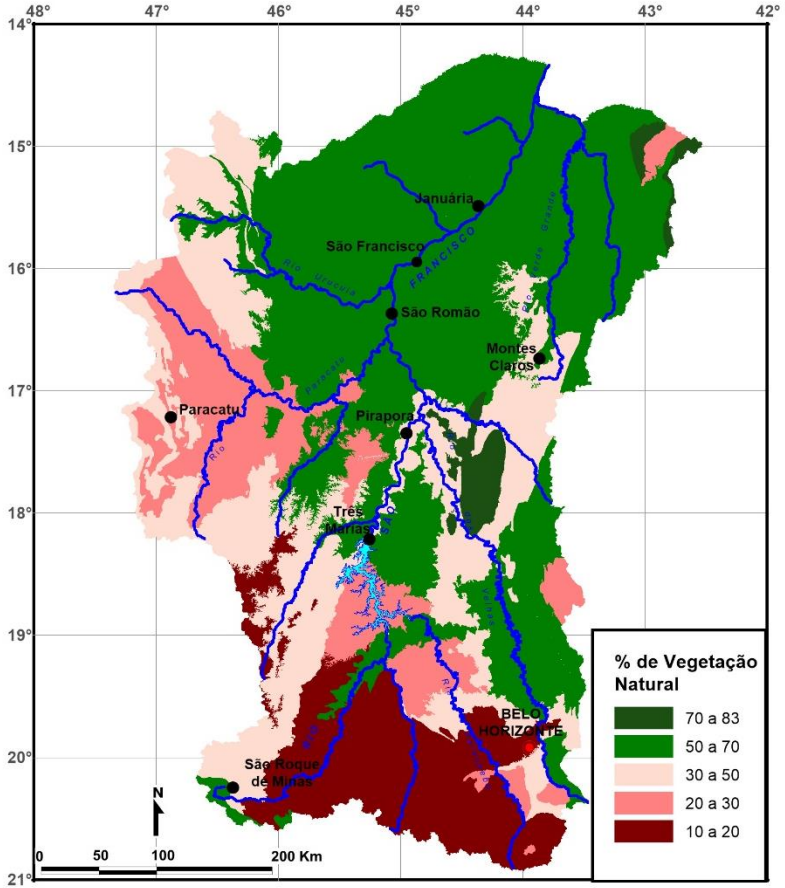
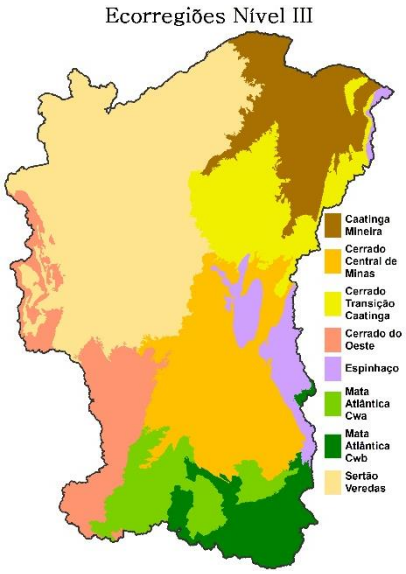


Figura 44 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Vegetação Natural.



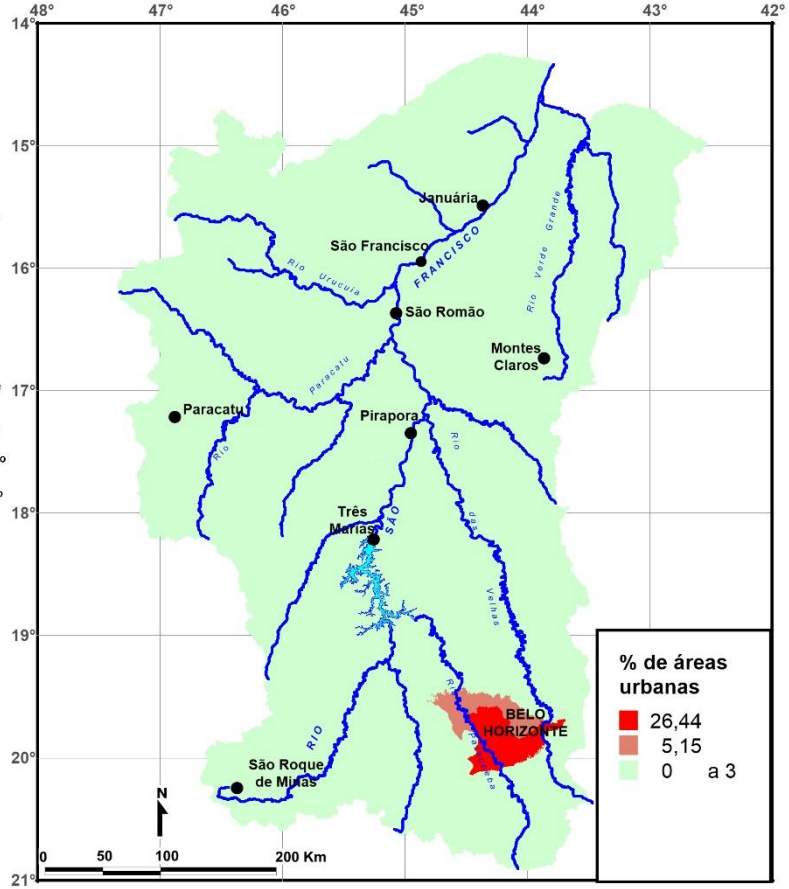
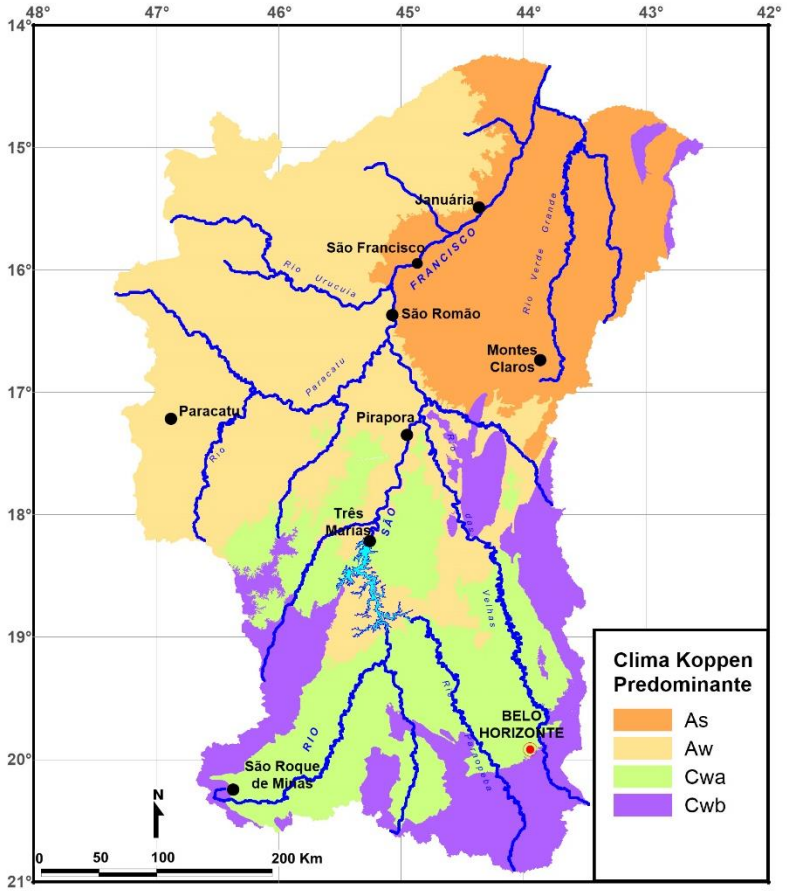
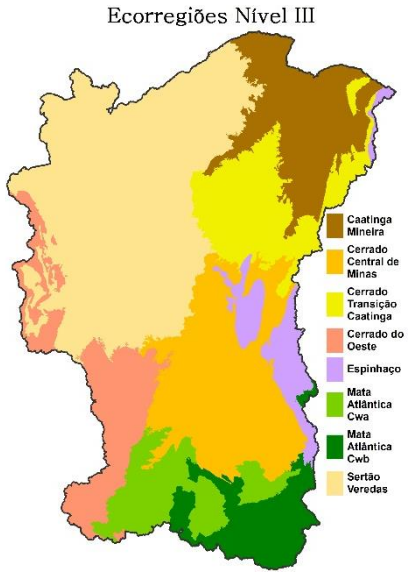


Figura 45 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo Percentual de Áreas Urbanas.





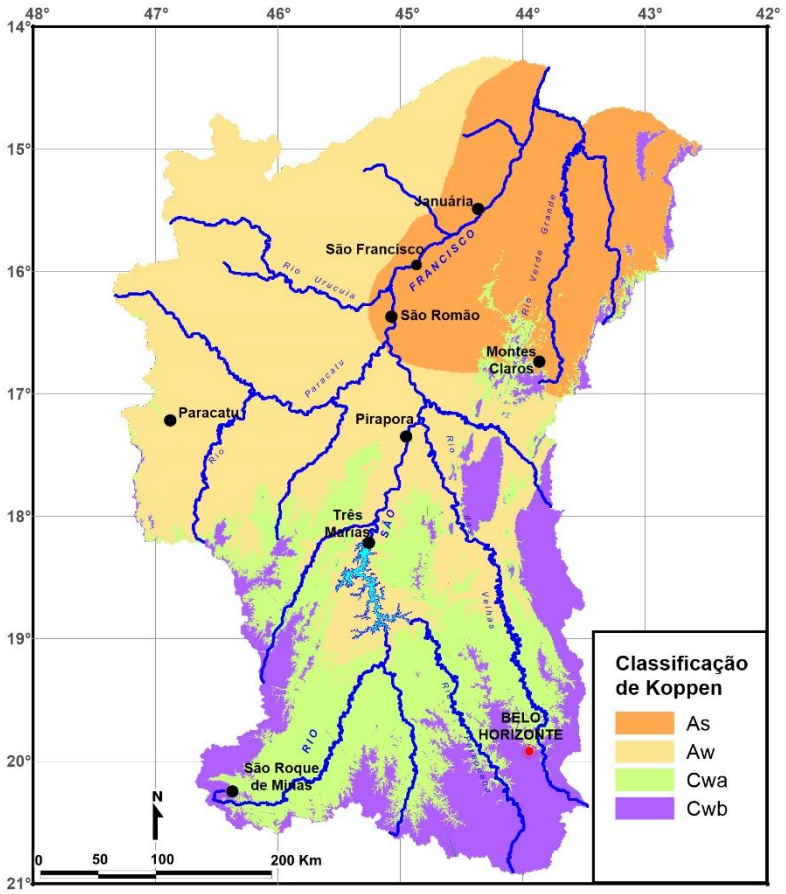
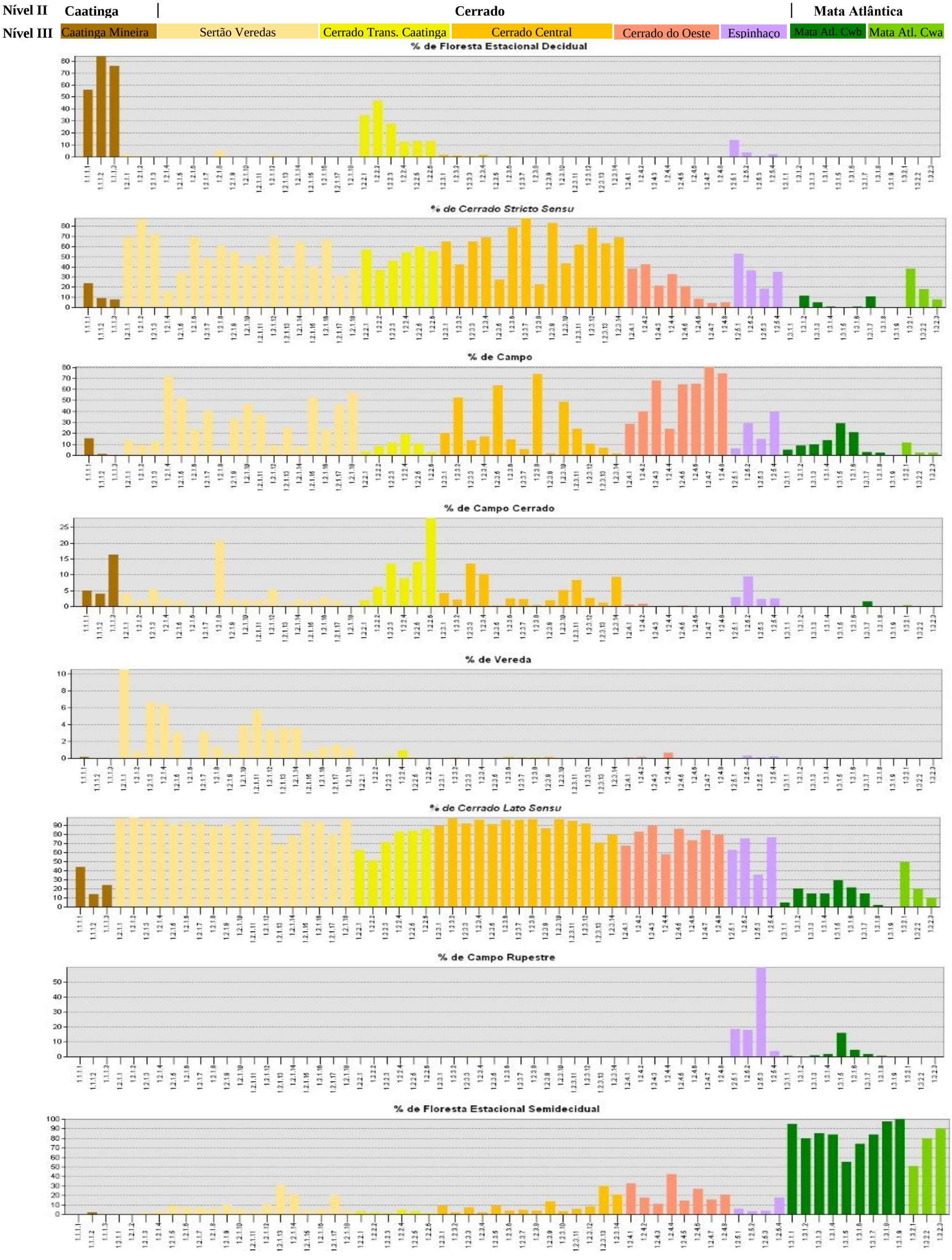


Figura 46 – Classificação das Ecorregiões Nível IV pelo clima predominante de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et.al. 2013)

Figura 47 – Classificação climática de Köppen segundo Alvares et.al. (2013)

Gráfico 2 - Distribuição Percentual das Fitofisionomias nas Ecorregiões Nível IV



5.2 - NÍVEL III

Para cada uma das 8 ecorregiões do Nível III foi estabelecida uma regra matemática simples e objetiva através da qual se pode selecionar e agrupar as ecorregiões Nível IV na tabela de atributos (Tabela 6). As regras criadas e as características ambientais de cada ecorregião Nível III podem ser visualizadas a seguir.

5.1.1 – ECORREGIÃO 1.1.1. - CAATINGA MINEIRA

Regra aplicada: Ecorregiões do nível IV com mais de 55% de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Decidual.

Abarca as áreas com menores índices pluviométricos, as maiores temperaturas e a as menores cotas altimétricas dentro da área de estudo. Praticamente toda a ecorregião (96,62%) está sob clima "As". O relevo é suave ou plano em quase toda extensão e a litologia calcária, presente em grande parte da ecorregião, contribui, juntamente com o clima, para a alta predominância da fitofisionomia Floresta Estacional Decidual (PEDRALLI, 1997), que ocupa mais de 80% dos remanescentes de vegetação natural. A segunda fitofisionomia mais presente é o Cerrado *stricto sensu* e ocupa apenas 10,26% dos remanescentes de vegetação natural. Dentre todas as ecorregiões Nível III é a que abriga os menores percentuais de Campo (2,26%), Cerrado *lato sensu* (16,75%) e Floresta Estacional Semidecidual (1,66%).

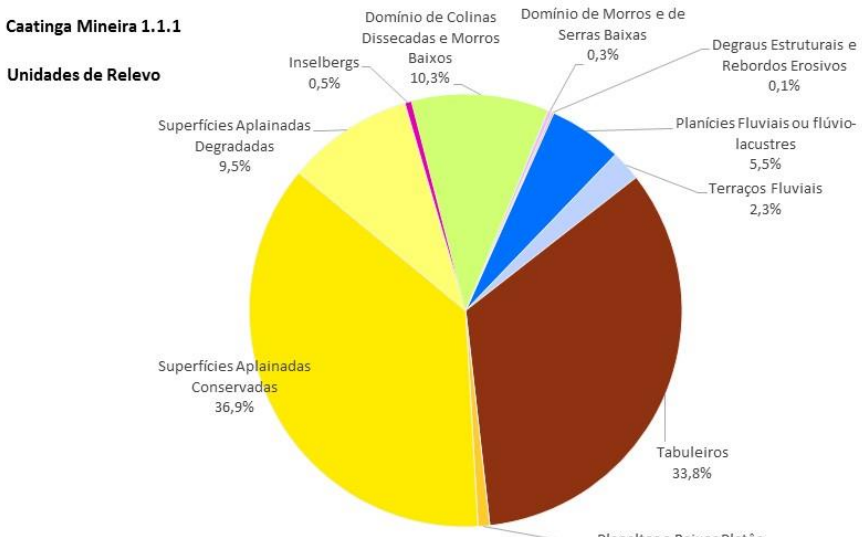


Gráfico 3 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.1.1 - Caatinga Mineira

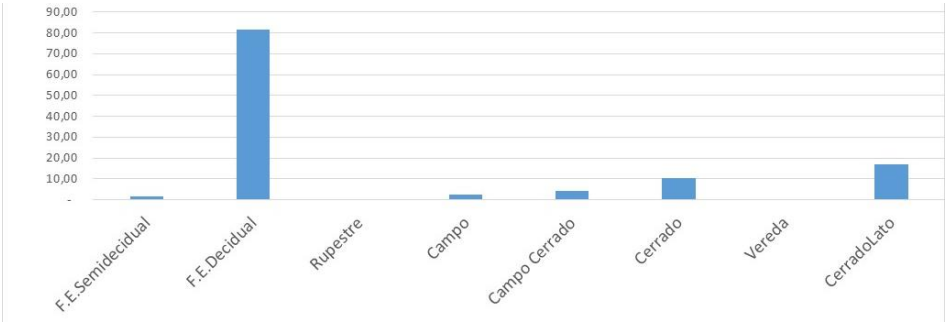


Gráfico 4 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.1.1 - Caatinga Mineira

5.1.2 - ECORREGIÃO 1.2.1 - SERTÃO VEREDAS

Regra aplicada: Ecorregiões do Nível IV com mais de 0,35 % de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Vereda, menos de 31% de Floresta Estacional Semidecidual e menos de 6% de Floresta Estacional Decidual.

Inclui também as ecorregião 1.2.1.6 - Serra do Meio. Como será visto adiante, essa ecorregião é abarcada pela regra aplicada a ecorregião Nível III 1.2.3 - Cerrado Central de Minas. Contudo, justifica-se a inclusão dessa ecorregião, mesmo com ausência da fitofisionomia Vereda, não só por suas características ambientais similares as ecorregiões adjacentes, mas também por essa formar polígono contínuo com as demais. É uma área serrana, com mais de 86% de sua área em Domínio Montanhoso (CPRM, 2008). Dessa forma, ao contrário do que acontece nas adjacências, é uma ecorregião bastante declivosa e justamente por isso não apresenta remanescentes significativos da fitofisionomia Vereda, que exige uma baixa declividade com surgência do lençol freático para se desenvolver (FERREIRA, 2005).

Apesar da fitofisonomia "Vereda" ocupar apenas 3,86% dos remanescentes da ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas, ela está associada a vegetação ciliar, marca a paisagem de maneira inconfundível e tem uma enorme importância ecossistêmica, devido a sua complexa interação com a hidrologia, com a flora e o relevo (WANTZEN *et al.,* 2006). O termo vereda refere-se não só a uma fitofisionomia, mas a subsistemas úmidos que participam do controle do fluxo do lençol freático, funcionando como um represador da água armazenada nas chapadas, além de contribuírem para a manutenção da fauna (FERREIRA, 2005).

A ecorregião 1.2.1 - Sertão Veredas difere-se da ecorregião 1.2.3 - Cerrado Central de Minas, basicamente devido a maior presença das veredas e a predominância do clima Aw, que

abrange 87,7% de sua área. Juntas essas duas ecorregiões são as que representam a área onde a vegetação do cerrado se manifesta em sua forma mais típica, sendo que o Cerrado *lato sensu* ocupa mais de 92% dos remanescentes florestais em ambas as ecorregiões.

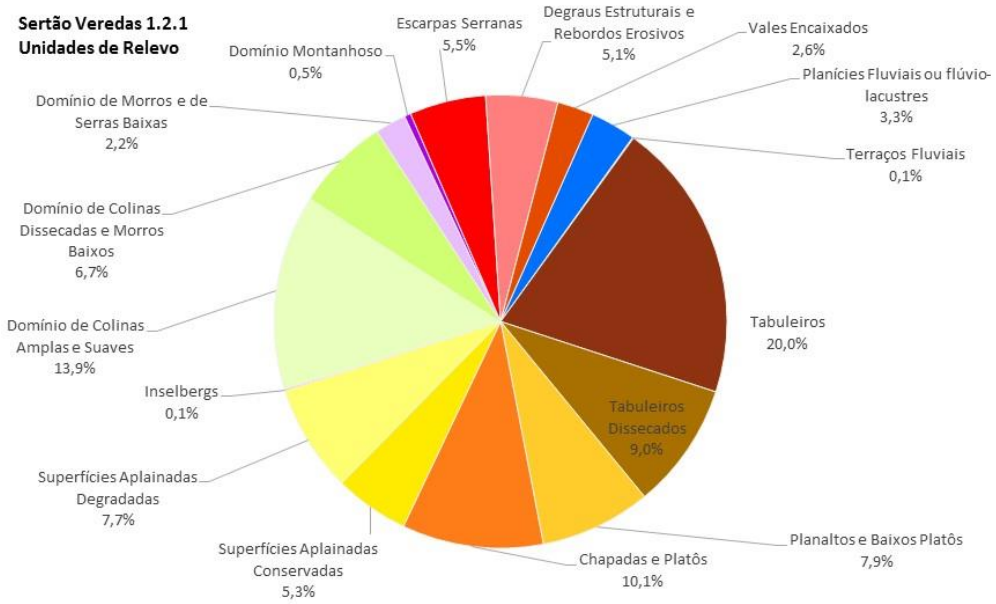


Gráfico 5 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas

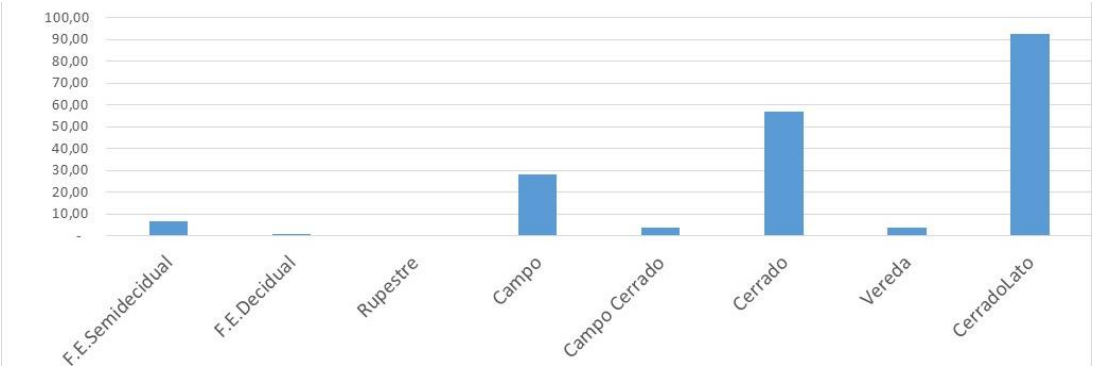


Gráfico 6 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas

5.1.3 – ECORREGIÃO 1.2.2 - CERRADO TRANSIÇÃO CAATINGA

Regra aplicada: Ecorregiões Nível IV com 12% a 47% de Floresta Estacional Decidual e praticamente ausência (menos de 0,02%) de campo rupestre.

Apesar da grande predominância das fitofisionomias do Cerrado, 73,73% de Cerrado *lato sensu*, as Florestas Estacionais Deciduais ocupam 23,29% dos remanescentes da ecorregião e o clima "As" predomina em quase 70% da área. Em relação ao relevo, os padrões são bastante diversos e típicos de cada ecorregião no Nível IV. Dessa forma a ecorregião apresenta uma grande diversidade de ambientes e, na área de estudo, é a segunda ecorregião Nível III com maior percentual de vegetação natural mapeada, 55,71%, ficando atrás apenas da ecorregião 1.2.5 – Espinhaço.

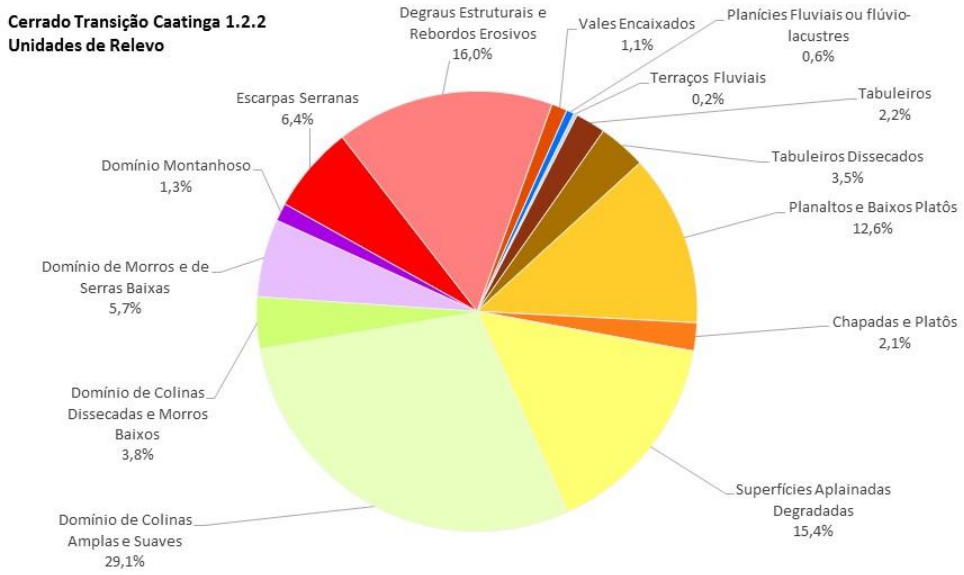


Gráfico 7 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.2 – Cerrado Transição Caatinga.

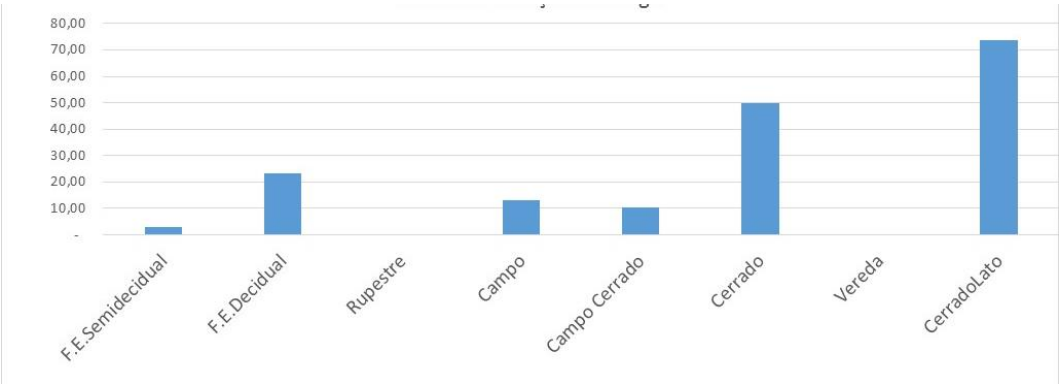


Gráfico 8 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.2 – Cerrado Transição Caatinga.

5.1.4 – ECORREGIÃO 1.2.3 - CERRADO CENTRAL DE MINAS

Regras aplicadas:

1) Em ecorregiões com clima predominante "Aw": menos de 10% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual e menos de 0,15% de veredas. Esta regra abarca a ecorregião Nível IV 1.2.1.6 - Serra do Meio. Contudo, como dito anteriormente, essa ecorregião foi incluída na ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas, devido a sua localização.
2) Em ecorregiões com clima predominante Cwa ou Cwb: menos de 30% dos remanescentes com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual, mais de 22% de Cerrado *stricto sensu*, menos de 0,15 de veredas, menos de 1,7% de Floresta Estacional Decidual e menos de 0,5% de Campos Rupestres.

Os climas Aw e Cwa dividem a maior parte da Ecorregião ocupando 48,27% e 47,48% respectivamente. O clima Cwb predomina apenas na ecorregião Nível IV 1.2.3.12 - Serra de Baldim. As fitofisionomias típicas do cerrado predominam na maior parte da ecorregião, com destaque para o Cerrado s*tricto sensu* (57,87%) e para os campos (30,18%). Apesar da alta predominância do Cerrado típico na ecorregião como um todo, as ecorregiões Nível IV 1.2.3.14 - Depressão RMBH Norte e 1.2.3.13 - Serras de Onça do Pitangui, localizadas no contato com a ecorregião 1.3.1 - Mata Atlântica Cwb, apresentam percentuais de Floresta Estacional Semidecidual acima de 20% e constituem-se como áreas de transição com o bioma da Mata Atlântica. Na grande área restante a ecorregião apresenta percentuais das fitofisiomomias em seus remanescentes muito próximos a ecorregião 1.2.1 – Sertão Veredas, diferenciando-se dela pela baixa ocorrência das Veredas. As unidades de relevo predominantes são as Colinas, os Tabuleiros, os Planaltos e Baixos Platôs e as Superfícies Aplainadas.

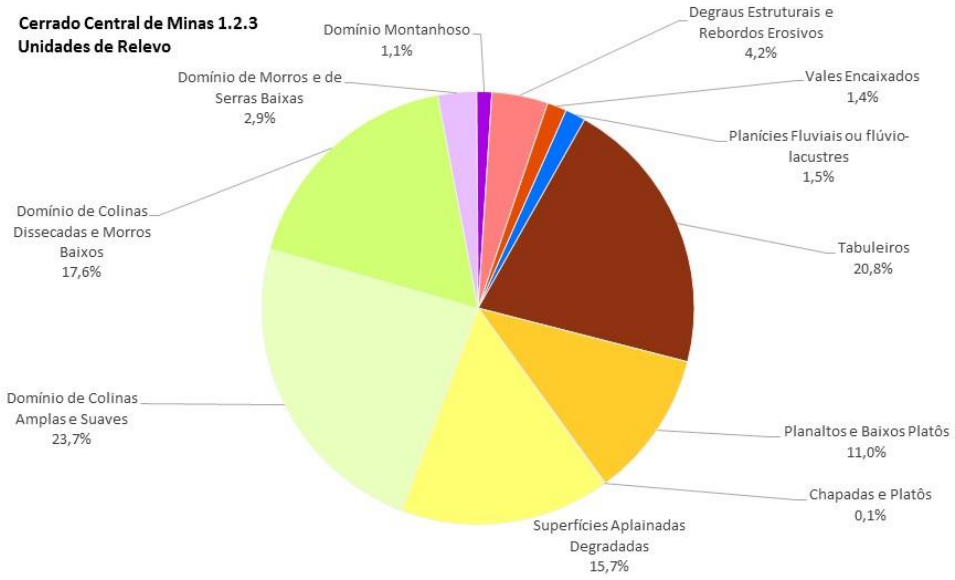


Gráfico 9 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.3 – Cerrado Central de Minas.

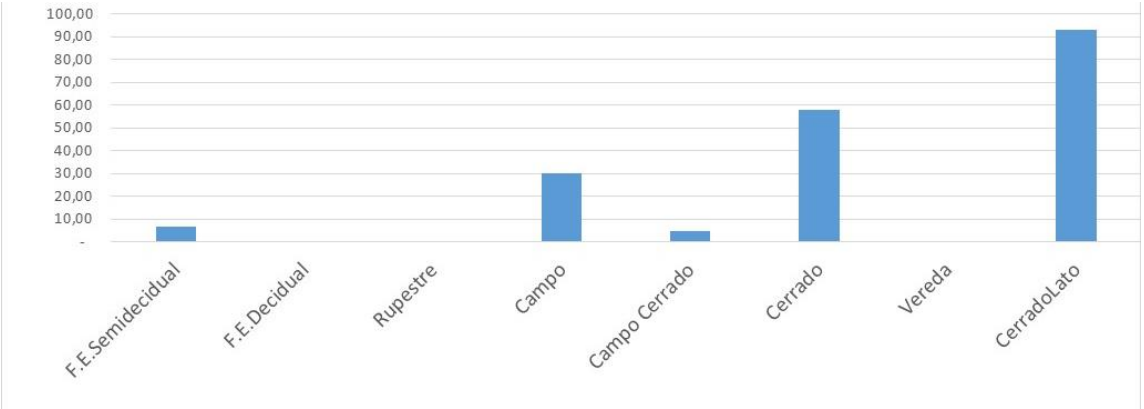


Gráfico 10 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.3 – Cerrado Central de Minas.

5.1.5 - ECORREGIÃO 1.2.4 - CERRADO DO OESTE

Regra aplicada: Ecorregiões do Nível IV com menos de 43% de seus remanescentes com a fitofisionomia Cerrado s*tricto sensu*, mais de 55% de Cerrado *lato sensu*, percentuais de Floresta Estacional Semidecidual entre 10% a 43% ausência de Campo rupestre e Vereda abaixo de 0,7%.

A ecorregião ocupa a borda oeste da área de estudo, abrangendo as áreas mais elevadas que separam as bacias dos rios São Francisco e Paraná. Estende-se desde a região da nascente do rio São Francisco, na Serra da Canastra, até a Serra da Contagem e das Araras, próximo à cidade de Paracatú.

Todas as ecorregiões Nível IV que compõe a ecorregião no Nível III possuem percentuais da fitofisionomia Campo acima de 24%, chegando até 80,28%. No Nível III o resultado da tabulação das áreas indicou que 55,23% dos remanescentes de vegetação natural são ocupados pela fitofisionomia Campo, enquanto que a segunda fitofisionomia mais presente são as Floresta Estacionais Semideciduais, com 23%. Ou seja, juntas estas fitofisionomias representam 78,23% enquanto que o Cerrado *Stricto Sensu* ocupa 21,44%. Dentre todas as ecorregiões Nível III no bioma do Cerrado é a que apresenta os maiores percentuais de Floresta Estacional Semidecidual (23%). Isso sugere que toda a ecorregião é também uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

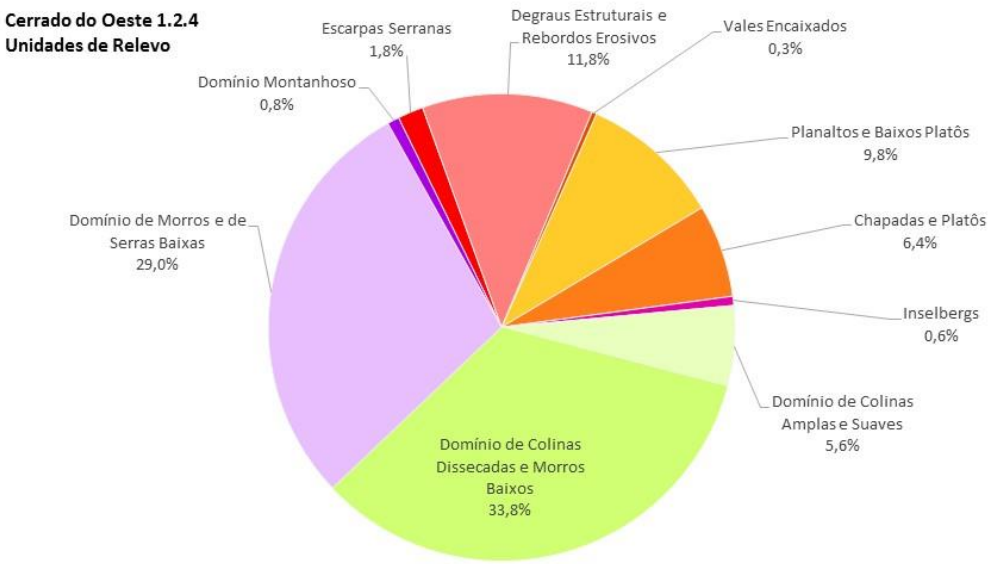


Gráfico 11 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.4 – Cerrado Oeste.

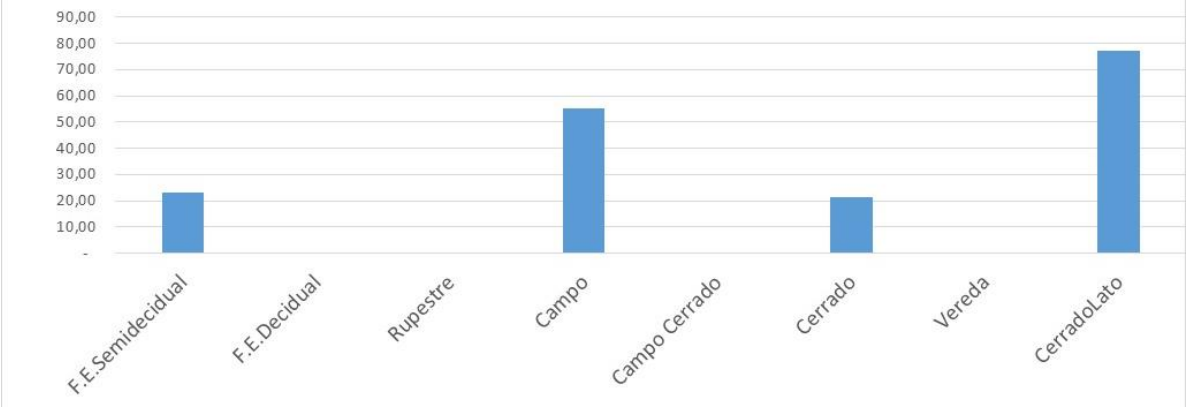


Gráfico 12 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.4 – Cerrado Oeste.

5.1.6 - ECORREGIÃO 1.2.5 – ESPINHAÇO

Regra aplicada: Ecorregiões com mais de 3,5% de seus remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Campo Rupestre e mais de 35% com as fitofisionomias do Cerrado (Cerrado *lato sensu*).

Corresponde às partes da Serra do Espinhaço dentro da área de estudo. A maior parte da ecorregião (54,4%) está sobre o Domínio Montanhoso e as outras unidades mais representativas são as Chapadas e Platôs (19,4%), as Escarpas Serranas (13,1%) e o Domínio dos Morros e Serras Baixas (7,2%).

A ecorregião é a que detém o maior percentual de vegetação natural em relação a sua área (66,54%) e deve-se considerar que os abundantes afloramentos rochosos não foram mapeados separadamente por Scolforo & Carvalho (2009), compondo o percentual de Agricultura e Outros. Os campos rupestres representam a fitofisionomia mais abundante, ocupando 38,15% dos remanescentes, seguido do Cerrado *Stricto Sensu* (28,73%) e dos Campos (20,36%). A Serra do Espinhaço é reconhecidamente um dos locais de maior biodiversidade do Brasil, sendo considerada pela UNESCO como uma Reserva da Biosfera (UNESCO, 2018). Além disso, a serra exerce uma grande influência sobre todo o clima na área de estudo (PATRUS *et al*., 2001) e tem enorme importância no que diz respeito à qualidade e a quantidade de água na bacia do São Francisco (EUCLYDES, 2009).

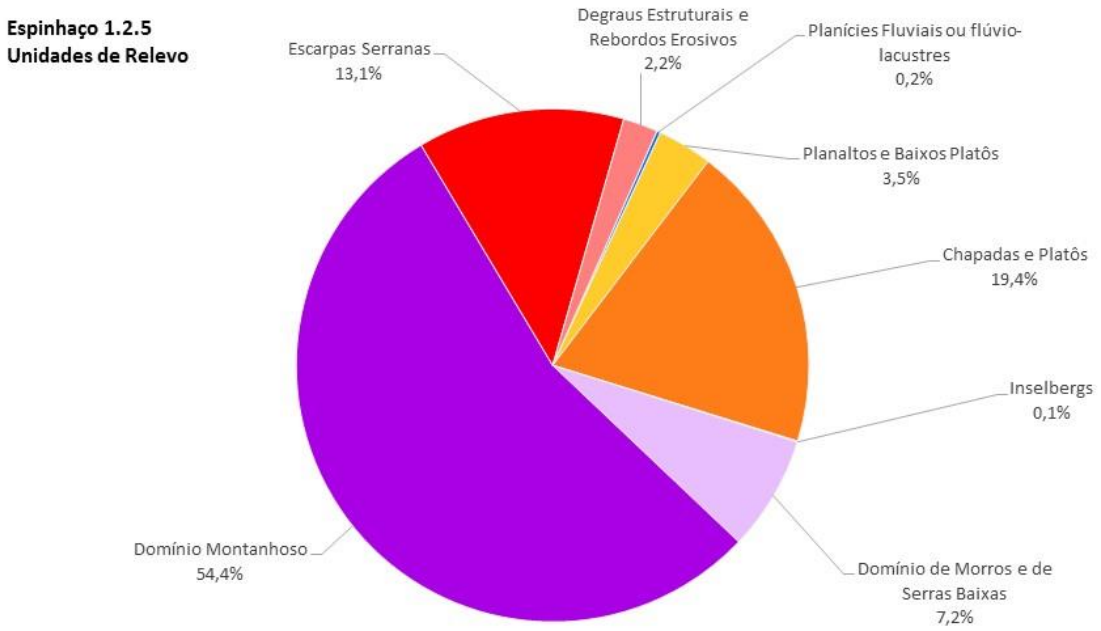


Gráfico 13 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.2.5 – Espinhaço.

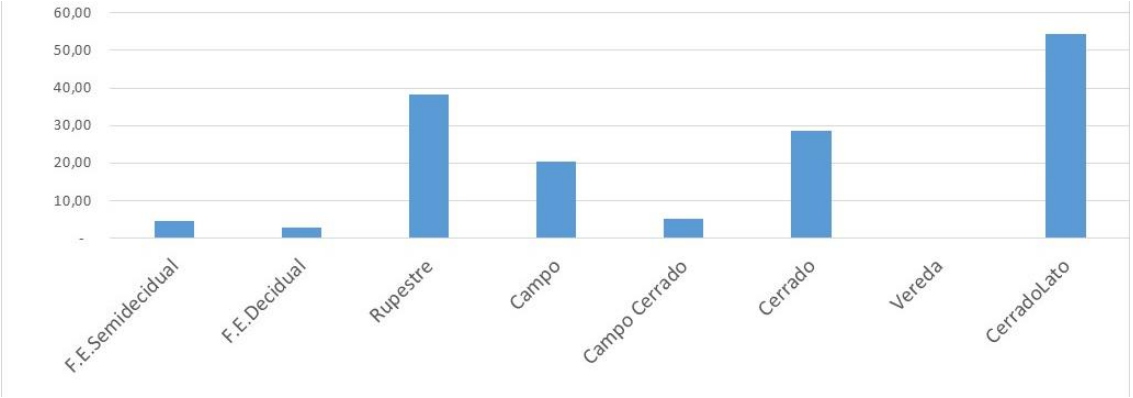


Gráfico 14 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.2.5 – Espinhaço.

5.1.7 - ECORREGIÃO 1.3.1 - MATA ATLÂNTICA CWB

Regra aplicada: Ecorregiões do nível IV nas quais o clima predominante seja Cwb, e que tenham mais de 50% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual.

Apresenta, na área de estudo, contornos similares ao bioma da Mata Atlântica segundo o IBGE (2015) (Figura 49).

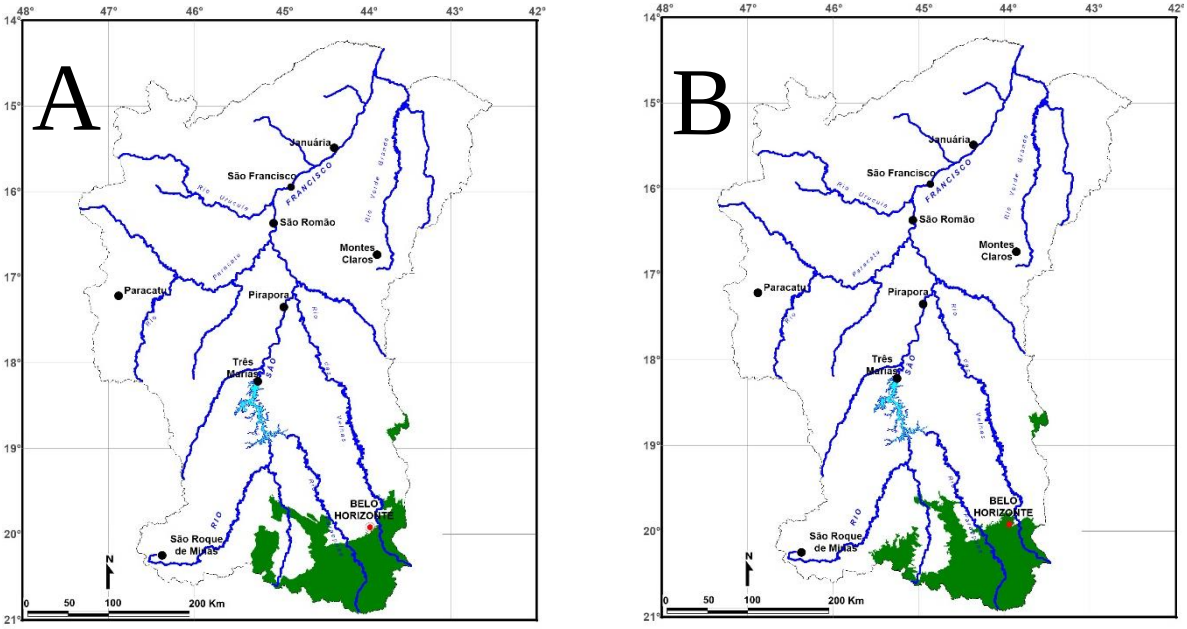


Figura 48 – Comparação entre os limites da ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb (A) e os limites do bioma da Mata Atlântica (IBGE, 2004) na área de estudo.

Todas as ecorregiões do Nível IV que compõem a ecorregião no nível 3 apresentam grande predominância da Floresta Estacional Semidecidual em seus remanescentes. Com exceção da ecorregião 1.3.1.5 - Quadrilátero Ferrífero Central, que possui quase 55% de seus remanescentes com essa fitofisionomia, todas as outras apresentam valores acima dos 73%. A ecorregião 1.3.1.5 - Quadrilátero Ferrífero Central, diferencia-se das demais não só pelo menor percentual de Floresta Estacional Semidecidual, mas também pelo elevado percentual de Campos Rupestres e Campos. Ambas as fitofisionomias estão relacionadas ao relevo montanhoso do Sinclinal Moeda, abarcado pela ecorregião.

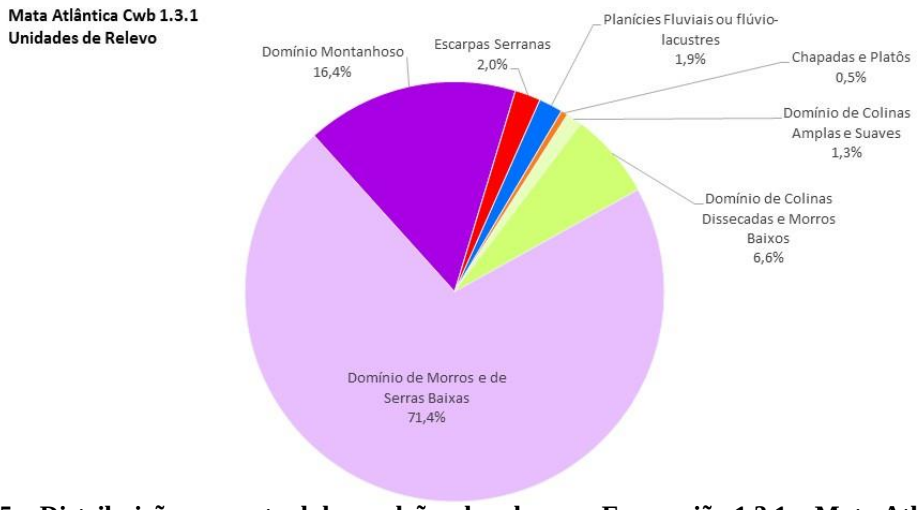


Gráfico 15 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb.

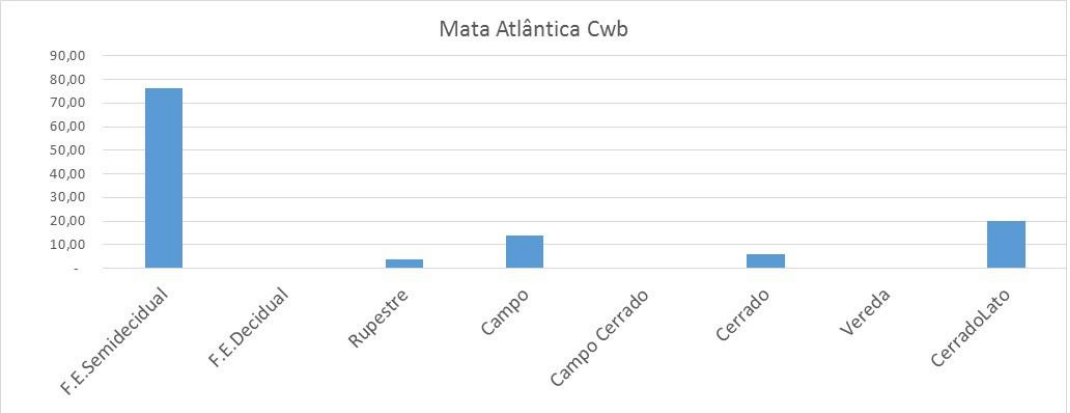


Gráfico 16 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwb.

5.1.8 - ECORREGIÃO 1.3.2 - MATA ATLÂNTICA CWA

Regra aplicada: Ecorregiões do nível IV nas quais o clima predominante seja Cwa, e que tenham mais de 50% dos remanescentes de vegetação natural com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual.

A ecorregião foi aqui classificada como pertencente ao bioma da Mata Atlântica, em contraponto aos biomas do IBGE que não inclui a maior parte da área. Formada por apenas 3 ecorregiões Nível IV, a ecorregião como um todo possui 25,26 % de fitofisonomias do bioma Cerrado, Cerrado *lato sensu* e constitui-se como uma área de transição entre os biomas do

Cerrado e da Mata Atlântica. A ecorregião Nível IV 1.3.2.1 - Colinas e Tabuleiros do Alto São Francisco apresentou em seus remanescentes 50,5% de cobertura com a fitofisionomia Floresta Estacional Semidecidual e 49,5% de fitofisionomias do Cerrado, Cerrado *lato sensu*, ou seja, praticamente metade dos remanescentes com fitofisionomias da Mata Atlântica e metade com tipologias do Cerrado.

Contudo, como um todo a ecorregião 1.3.2 - Mata Atlântica Cwa tem 68% de seus remanescentes de vegetação natural cobertos por Florestas Estacionais Semideciduais, mas possui também o menor percentual de vegetação natural (13,94%) dentre todas as ecorregiões Nível III. Ou seja, os remanescentes de vegetação natural existentes hoje podem não refletir as características originais da ecorregião como um todo.

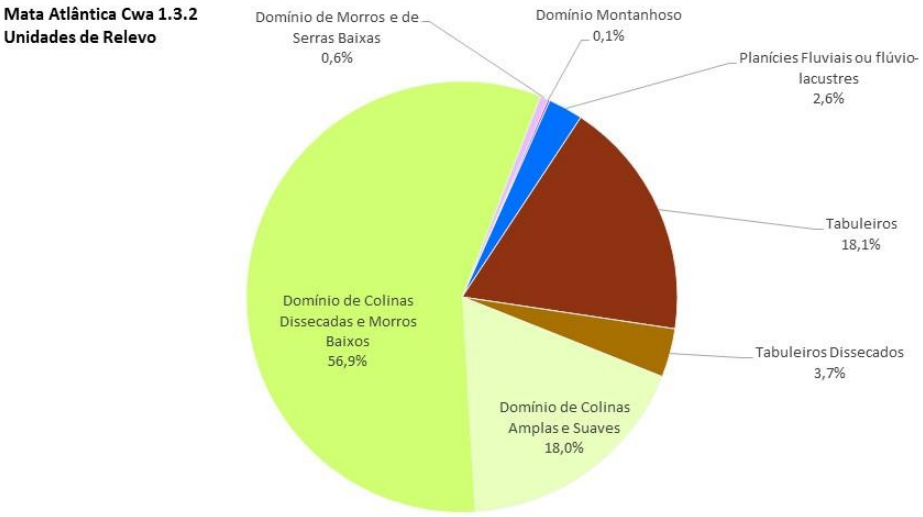


Gráfico 17 – Distribuição percentual dos padrões de relevo na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwa.

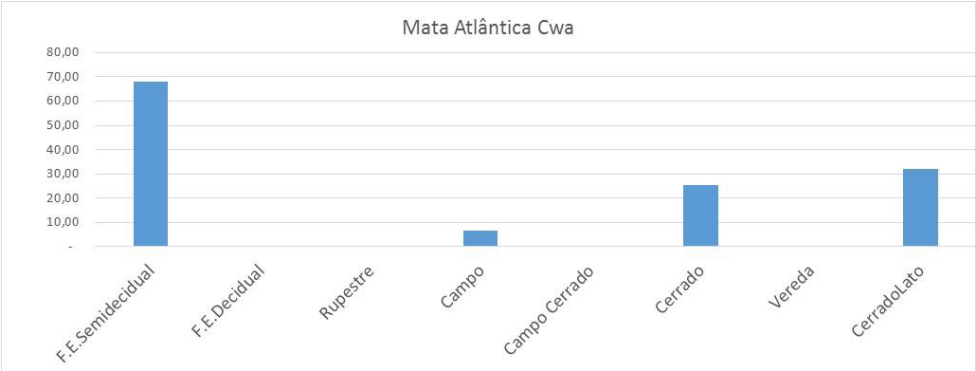


Gráfico 18 – Distribuição percentual das fitofisionomias nos remanescentes de vegetação natural na Ecorregião 1.3.1 – Mata Atlântica Cwa.

5.1.1 NÍVEL II

Para a criação e aplicação das regras que definem as ecorregiões no Nível II o processo de tabulação das áreas totais das fitofisionomias em cada ecorregião foi aplicado nas ecorregiões Nível III, considerando as fitofisionomias características de cada bioma, com os mesmos critérios utilizados na tabulação do Nível IV e o resultado pode ser visualizado nas Tabelas 8, 9 e 10, abaixo.

Tabela 8 – Percentuais das fitofisonomias nos remanescentes de vegetação natural nas ecorregiões Nível III

Ecorregião Nível III	N	F.E.Semi decidual	F.E. Decidual	Rupestre	Campo	Campo Cerrado	Cerrado	Vereda	Cerrado Lato Sensu
Caatinga Mineira	1.1.1	1,66	81,59	0,00	2,26	4,21	10,26	0,02	16,75
Sertao Veredas	1.2.1	6,85	0,77	-	27,95	3,52	57,04	3,86	92,37
Cerrado Transição Caatinga	1.2.2	2,97	23,29	0,00	13,18	10,36	49,78	0,41	73,73
Cerrado Central de Minas	1.2.3	6,50	0,48	0,05	30,18	4,87	57,87	0,05	92,97
Cerrado do Oeste	1.2.4	23,00	-	0,00	55,23	0,28	21,44	0,06	77,00
Espinhaço	1.2.5	4,55	2,89	38,15	20,36	5,15	28,73	0,17	54,41
Mata Atlântica Cwb	1.3.1	76,20	-	3,95	13,91	0,17	5,76	-	19,84
Mata Atlântica Cwa	1.3.2	67,87	-	0,03	6,68	0,15	25,26	0,01	32,10

Tabela 9 – Percentuais de Usos Antrópicos e Vegetação natural nas ecorregiões Nível III

Ecorregião Nível III	N	Silvicultura	Água	Urbano	Agricultura e outros	Vegetação Natural
Caatinga Mineira	1.1.1	0,03	0,76	0,46	46,21	52,55
Sertao Veredas	1.2.1	2,84	0,41	0,07	50,38	46,31
Cerrado Transição Caatinga	1.2.2	1,84	0,11	0,09	42,25	55,71
Cerrado Central de Minas	1.2.3	6,50	1,21	0,71	48,29	43,29
Cerrado do Oeste	1.2.4	0,25	0,28	0,10	61,03	38,35
Espinhaço	1.2.5	2,35	0,05	0,06	31,00	66,54
Mata Atlântica Cwb	1.3.1	1,40	0,26	1,09	75,97	21,28
Mata Atlântica Cwa	1.3.2	3,42	0,73	5,17	76,74	13,94

Tabela 10 – Distribuição percentual dos tipos climáticos nas ecorregiões Nível III

Ecorregião Nível III	N	AS	AW	CWA	CWB
Caatinga Mineira	1.1.1	96,62	3,26	0,08	0,03
Sertao Veredas	1.2.1	7,02	87,70	4,93	0,33
Cerrado Transição Caatinga	1.2.2	68,42	8,73	15,28	7,57
Cerrado Central de Minas	1.2.3	-	48,27	47,48	4,18
Cerrado do Oeste	1.2.4	-	29,78	39,93	30,26
Espinhaço	1.2.5	1,30	10,93	10,75	76,98
Mata Atlântica Cwb	1.3.1	-	-	14,03	85,94
Mata Atlântica Cwa	1.3.2	-	0,53	83,83	15,62

As ecorregiões no Nível II podem ser entendidas como uma proposta de limites dos Biomas brasileiros na área de estudo e as regras criadas para a separação das ecorregiões Nível III por biomas são bastante simples. As ecorregiões são classificadas de acordo com a predominância (mais de 50%) das fitofisionomias típicas de cada bioma em seus remanescentes de vegetação natural. Assim as ecorregiões Nível III que formam a ecorregião Nível II Caatinga são aquelas onde a Floresta Estacional Decidual predominam. A Mata Atlântica é conformada por ecorregiões Nível III onde predominam as Florestas Estacionais Semideciduais. Já a classificação como Cerrado é dada pela predominância das fitofisionomias do Cerrado, Cerrado *lato sensu*.

Dessa forma os limites na área de estudo da ecorregião Nível III 1.1.1 - Caatinga Mineira são os mesmos da ecorregião Nível II 1.1 - Caatinga, já que essa abarca apenas uma ecorregião Nível III. A ecorregião 1.3 - Mata Atlântica é composta por duas ecorregiões 1.3.1 e 1.3.2 e o Cerrado é dado pela união de cinco ecorregiões Nível III.

O processo de tabulação foi aplicado também sobre as ecorregiões Nível II e o resultado pode ser visto abaixo (Tabelas 11, 12 e 13).

Tabela 11 – Percentuais das fitofisonomias nos remanescentes de vegetação natural nas ecorregiões Nível II

Ecorregião Nível II	N	F.E.Semi decidual	F.E. Decidual	Rupestre	Campo	Campo Cerrado	Cerrado	Vereda	Cerrado Lato Sensu
Caatinga	1.1	1,66	81,59	0,00	2,26	4,21	10,26	0,02	16,75
Cerrado	1.2	7,56	4,34	3,21	28,11	4,68	50,22	1,87	84,89
Mata Atlântica	1.3	72,86	-	2,32	10,92	0,13	13,77	0,00	24,82

Tabela 12 – Percentuais de Usos Antrópicos e Vegetação natural nas ecorregiões Nível II

Ecorregião Nível II	N	Silvicultura	Água	Urbano	Agricultura e outros	Vegetação Natural
Caatinga	1.1	0,03	0,76	0,46	46,21	52,55
Cerrado	1.2	3,17	0,79	0,21	48,86	46,97
Mata Atlântica	1.3	2,44	0,50	3,22	76,43	17,41

Tabela 13 – Distribuição percentual dos tipos climáticos nas ecorregiões Nível II

Ecorregião Nível III	N	AS	AW	CWA	CWB
Caatinga	1.1	96,62	3,26	0,08	0,03
Cerrado	1.2	12,39	57,28	20,07	10,25
Mata Atlântica	1.3	-	0,28	50,42	49,19

6. DISCUSSÃO

As ecorregiões podem ser utilizadas para criar zonas de referência para a biota, direcionando os inventários e possibilitando a comparação dos dados entre áreas com similaridade ambiental (LOVELAND & MERCHANT, 2004). O uso de ecorregiões como referência para a distribuição da biota é mais adequado do que a análise a partir da divisão de bacias hidrográficas, por exemplo. Ao considerar as diferenças espaciais nas capacidades e potenciais dos ecossistemas, as ecorregiões estratificam o ambiente pela sua provável resposta às perturbações (BRYCE *et al*., 1999). Dessa forma, conhecendo as singularidades e as similaridades ambientais das ecorregiões, pode-se estabelecer referenciais distintos, tanto em relação a biota, quanto em relação ao meio físico e à parâmetros bioquímicos da água por exemplo. Isso é de suma importância, na medida em que a presença de determinadas espécies ou determinados parâmetros químicos da água podem indicar uma normalidade ou uma perturbação, dependendo da ecorregião onde são registrados. Cada ambiente terá respostas diferentes às perturbações a que são submetidos pela ação antrópica (BRYCE *et al*., 1999).

Contudo, para que se possa estabelecer os parâmetros esperados à cada ecorregião, é preciso que as ecorregiões sejam incorporadas a gestão ambiental como áreas de referência para inventários e biomonitoramentos.

No Brasil o mapeamento de ecorregiões oficialmente adotado pelo IBAMA é aquele desenvolvido em parceria com WWF (2003). A ideia do projeto foi a utilização da divisão do país por ecorregiões para tornar mais coerente a distribuição das unidades de conservação (MMA, 2017). Ressalta-se que esse mapeamento cobre todo o território nacional num nível equivalente ao Nível III e 78 ecorregiões foram criadas e distribuídas em: Amazônia (23); Cerrado (22); Mata Atlântica (09); Costeiro (09), Caatinga (08); Pantanal (02); e, Campos Sulinos (01), (MMA, 2017).

Entretanto, após 15 anos do seu lançamento, esse mapeamento parece ter influenciado muito pouco os trabalhos de inventario, monitoramento e gestão ambiental. Na presente pesquisa não foram encontrados trabalhos acadêmicos que utilizam esse mapeamento como referência e as próprias instituições que desenvolveram o mapa (IBAMA/MMA, WWF e TNC) não disponibilizam o material em seus websites. No site do MMA existe apenas uma notícia de 2003 que faz menção a conclusão do trabalho. Segundo essa notícia o autor do trabalho, Moacir Arruda, afirma que as ecorregiões desenvolvidas representam a melhor unidade espacial de planejamento do país para a conservação e o manejo sustentável da biodiversidade. Contudo,

se o material não é disponibilizado como poderá ser utilizado como referência por outros pesquisadores?

Apesar de ter parte da metodologia inspirada nos mapeamentos adotados pela CEC e pela US–EPA, o método aqui desenvolvido é singular e inédito. Em função do fator interpretativo não pode ser reproduzido de forma mecanicista, mas certamente pode ser facilmente adaptado a qualquer região, desde que hajam dados cartográficos disponíveis. O uso de poucas bases cartográficas, relevo, vegetação/uso do solo, clima e hidrografia, além de ajudar a construir limites palpáveis, simplifica o método, facilitando a sua popularização. Assim, a expansão do método aqui proposto a outras áreas pode preencher as lacunas deixadas pela ausência de outros mapeamentos ecorregionais nos âmbitos estaduais e nacional, sobretudo até o Nível IV.

Certamente uma dificuldade para a reprodução do método em âmbito nacional é a disparidade entre a disponibilidade, a qualidade e as escalas de mapeamento das feições naturais nas 27 unidades da federação. No caso de Minas Gerais, as bases cartográficas de relevo (CPRM, 2008) e vegetação/uso do solo (SCOLFORO & CARVALHO, 2009) foram desenvolvidas em âmbito estadual e são os principais delimitadores do método. Uma possível solução seria utilizar as bases disponíveis nacionalmente, o que uniformizaria o mapeamento mas diminuiria o detalhamento nos estados onde as bases de dados são superiores àquelas disponíveis para todo o país. Outra possibilidade é dividir o mapeamento em projetos estaduais, a exemplo do que ocorreu no mapeamento Nível IV nos Estados Unidos (OMERNIK & GRIFFITH, 2014). Assim, cada unidade da federação desenvolveria o seu próprio mapeamento utilizando os trabalhos com maiores escalas e riqueza de detalhes disponíveis.

Fica claro que a melhoria das bases delimitadoras e o surgimento de outras bases com escalas cada vez maiores possibilitariam a melhora do mapeamento ecorregional ou mesmo a criação de mais um nível, Nível V, com maior detalhamento.

A principal vantagem do método proposto em relação aos métodos tradicionais norte americanos é certamente a baixa demanda de recursos humanos e financeiros. Contudo, num cenário onde haja a disponibilidade destes recursos pode-se com certeza aprimorar os limites das ecorregiões a partir da participação multidisciplinar de especialistas. Numa possível expansão do mapeamento a nível estadual ou nacional, workshops, trabalhos de campo, informações e bases cartográficas mais precisas podem aprimorar o mapeamento e o método desenvolvido. Mesmo com a participação dos especialistas, os maiores dispêndios de recursos

humanos e financeiros se concentrariam no mapeamento em nível IV, onde o método é interpretativo.

A proposta de se utilizar as linhas delimitadoras advindas das feições naturais existentes é bastante consistente, na medida em que torna a interpretação e a definição dos limites mais objetivos. A utilização de regras matemáticas simples, sobre os quantitativos advindos do cruzamentos das bases cartográficas que representam as feições naturais, não só tornam o método bastante objetivo no mapeamento dos Níveis III e II, como certamente reduzem bastante a demanda por recursos, já que uma vez mapeado o Nível IV a definição dos limites nos níveis superiores passaria pela discussão das regras a serem aplicadas.

Os autores que defendem a superioridade dos métodos quantitativos sobre os qualitativos tradicionais (Ximenes, 2008; Hargrove & Hoffman, 2004; ZHOU *et al.,* 2003; JEPSON e WHITTAKER, 2002; BLASI, *et al.,* 2014) argumentam que a subjetividade exerce um papel preponderante no método tradicional e a impossibilidade de reprodução dos experimentos e a falta de uma metodologia padronizada são uma grande desvantagem.

Não se trata de desqualificar os métodos quantitativos ou enaltecer os interpretativos, ou vice e versa. Mas, como é admitido por Hargrove & Hoffman (2004) as técnicas quantitativas não são perfeitamente objetivas, pois elas ainda continuam a exigir conhecimentos ecológicos subjetivos na escolha das camadas de dados a serem incluídas e na interpretação das ecorregiões resultantes. Na verdade, afirmo aqui, no mapeamento de ecorregiões, ou de qualquer tipo de síntese naturalista, não existe um bom método quantitativo que não se valha da interpretação, da mesma forma que um bom método interpretativo não deve abrir mão de dados quantitativos que auxiliem a interpretação.

Portanto, no mapeamento de ecorregiões, ou de outras formas de sínteses naturalistas, não parece ser razoável valer-se do cruzamento de bases cartográficas sem se conhecer minimamente o objeto de estudo. Da mesma forma parece pouco razoável validar o processo apenas verificando através de uma matriz de confusão o quanto as bases cartográficas e o mapeamento resultante estão sobrepostos no espaço. O nível de sobreposição entre as bases cartográficas não define a qualidade ou a utilidade de um mapeamento ecorregional.

As ecorregiões criadas com o método aqui desenvolvido também apresentam, na área de estudo, grande similaridade com as feições naturais utilizadas como delimitadoras, relevo, vegetação, uso do solo, clima e hidrografia. No entanto, a defesa da uma ecorregionalização deve ser julgada por sua utilidade (OMERNIK & GRIFFITH, 2014).

Na abordagem proposta nesta dissertação torna-se indispensável o entendimento da interação de fatores bióticos e abióticos na área de estudo. Mas se por um lado o conhecimento desses fatores contribui para a adequada interpretação dos limites, a manipulação dos dados quantitativos disponíveis também produz subsídios importantes para o delineamento de ecorregiões.

Geralmente os trabalhos que se valem de processos automatizados, utilizando algoritmos e arvores de decisão e uma base cartográfica como elemento condutor, produzem resultados muito próximos da base cartográfica utilizada como elemento condutor.

Hargrove & Hoffman, (2004) afirmam que os especialistas humanos podem ser capazes de defender racionalmente o traçado de um limite entre ecorregiões, contudo, eles podem não ser capazes de elucidar o método usado para colocá-lo naquele local preciso. De outra perspectiva questiono que o contrário também é verdadeiro. Ou seja, num trabalho automatizado os especialistas que alimentam o sistema podem ser capazes de elucidar o método utilizado no mapeamento, no entanto, mesmo conhecendo bem o objeto de estudo, eles podem não ser capazes de defender racionalmente o traçado de um limite gerado automaticamente. Assim, do que vale explicar o método utilizado se não se for capaz de defender racionalmente os traçados dos limites?

No método aqui desenvolvido os traçados de cada ecorregião Nível IV são descritos objetivamente nas fichas explicativas (Apêndice), desenvolvidas para cada uma das 65 ecorregiões. Já os traçados dos níveis superiores, Níveis II e III, podem ser explicados, discutidos e modificados a partir de regras matemáticas simples.

Por serem sínteses de muitos fatores ambientais e antrópicos distintos e por serem, inexoravelmente, interpretações da realidade, os mapas de ecorregião não se prestam prontamente à verificação usando as técnicas convencionais (FOODY, 2002). Uma questão importante na aplicação das técnicas convencionais para a verificação de mapas de ecorregião é o estabelecimento de padrões de referência, ou seja, o que representa a realidade e a que escala? (LOVELAND & MERCHANT, 2004). O melhor teste da utilidade e veracidade dos mapas ecorregionais pode ser dado pela medida em que eles atendem às necessidades dos usuários (BRYCE E CLARKE, 1996). A maioria dos procedimentos de verificação padrão são baseados na comparação dos valores ou classes atribuídos de uma amostra de pontos ou áreas em um mapa para os mesmos locais observados de forma independente no "mundo real" (LOVELAND & MERCHANT, 2004).

Nesse sentido, a utilização de dados de inventários e biomonitoramentos de diversos grupos taxonômicos dispersos espacialmente são de fundamental importância para a validação de qualquer mapeamento ecorregional. Porém, uma das dificuldades para se validar o mapeamento de ecorregiões no Brasil é justamente a concentração dos dados de inventários e biomonitoramentos em algumas áreas específicas, como unidades de conservação e áreas afetadas por grandes empreendimentos de impacto ambiental, ao mesmo tempo em que existem grandes áreas com ausência de dados.

Mesmo nos Estados Unidos, onde há uma grande disponibilidade de informações espaciais sobre a biota, existe uma dificuldade de validação das ecorregiões no Nível IV, sobretudo em função da grande escala do mapeamento, sendo que os procedimentos de validação são mais comumente aplicados sobre as ecorregiões do Nível III.

Uma possível abordagem para implementar procedimentos de validação das ecorregiões Nível III aqui propostas seria a utilização de informações de grandes bancos de dados como os da *Global Biodiversity Information Facility* – GBIF, por exemplo. Outra possibilidade é a validação das ecorregiões Nível III através da similaridade de informações ambientais, utilizando parâmetros de qualidade de água ou as próprias informações utilizadas no mapeamento (relevo, vegetação, uso e cobertura do solo e clima), espacializados em unidades menores, como por exemplo as ottobacias em nível 6 ou 7. No entanto estes procedimentos de validação precisam ser testados e carecem de maiores estudos.

Certamente um único procedimento de validação aplicado isoladamente, apesar de poder fornecer informações relevantes, será insuficiente para comprovar a utilidade do método, já que os fatores associados às diferenças regionais nos ecossistemas estão inter-relacionados em um número infinito de formas no tempo e no espaço (OMERNIK & GRIFFITH, 2014). Essa dificuldade é inerente a complexidade do objeto de estudo, mas o contínuo desenvolvimento de testes e procedimentos de validação são essenciais para o aprimoramento dos métodos e mapeamentos ecorregionais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta metodológica aqui desenvolvida apresenta limitações e vantagens em relação aos métodos já existentes.

Assim como nos modelos quantitativos, ela é bastante dependente da disponibilidade de dados cartográficos de qualidade para que possa ser eficiente. Como os limites são dados a partir de bases cartográficas já existentes, o mapeamento herda os erros e interpretações cartográficas dos dados originários. No caso brasileiro, a disparidade entre a disponibilidade e a qualidade dos dados disponíveis para cada unidades da federação dificulta a construção de uma proposta em âmbito nacional. Além disso, interpretações inadequadas no Nível IV podem prejudicar o mapeamento em todos os níveis. Contudo, as vantagens superam as limitações.

O método é muito mais simples e acessível do que aqueles geralmente adotado nos modelos quantitativos (p.ex.: Ximenes, 2008; Hargrove & Hoffman, 2004; ZHOU *et al.*, 2003; JEPSON e WHITTAKER, 2002; BLASI, *et al.*, 2014). Os limites criados são fisicamente palpáveis e perceptíveis no "mundo real" e podem ser defendidos e explicitados racionalmente. Apresenta uma documentação dos processos e pode ser facilmente adaptado e aplicado a qualquer região, desde que hajam dados de qualidade disponíveis. O uso das linhas delimitadoras no Nível IV e a aplicação de regras matemáticas nos outros níveis tornam o método mais objetivo em relação aos qualitativos tradicionais da América do Norte (OMERNIK, 1987; CEC 1997, 2006, GRIFFITH *et al.*, 1998, OMERNIK & GRIFFITH, 2014) e a baixa demanda por recurso humanos e financeiros o torna muito mais acessível.

Qualquer proposta de ecorregionalização ou de mapeamento de sínteses naturalistas, são na verdade processos de generalização que impõe uma organização necessária para reduzir a complexidade do universo para um quadro de trabalho gerenciável e compreensível, com o qual podemos lidar (LOVELAND & MERCHANT, 2004 e CAVALCANTI, 2013). E, diferentes classificações irão atender a objetivos específicos, podendo haver classificações distintas na mesma área, sendo ambas igualmente válidas (LOVELAND & MERCHANT, 2004).

Dessa maneira, considerando que o mapeamento aqui apresentado é também uma redução ou síntese da realidade, não se pretende que o método e os limites aqui propostos sejam definitivos e estáticos. Pelo contrário, já que a própria proposta de mapeamento ecorregional, se adotada como indutora de levantamentos e inventários da biota, tenderá a produzir dados importantes para a sua própria validação, o que possivelmente levará à revisões e

melhoramentos. Além disso, as mudanças no uso e na cobertura do solo e a dinâmica dos processos naturais também exigem revisões periódicas do mapeamento.

Assim, pretendeu-se com esta dissertação apresentar uma proposta consistente e utilizável de ecorregiões para a bacia do São Francisco em Minas Gerais, que deve ser vista, assim como qualquer mapeamento ecorregional, como uma proposta em constante evolução. Almeja-se que a simplicidade do método contribua para a sua fácil aplicação, adaptação e popularização. E espera-se que a gestão ambiental no Brasil se utilize e aprimore os mapeamentos ecorregionais, criando áreas de referência que nos ajude a compreender a nossa complexa realidade ambiental.

8. REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2012 **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Base hidrográfica ottocodificada.** -- Brasília, 2015.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. 2004**. Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013) – Resumo Executivo.** Salvador: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004. 319 p.

ALKMIM F.F., BRITO NEVES B.B., ALVES J.A.C. 1993. **Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão**. In: DOMINGUEZ J.M. & MISI A. (EDS). O Cráton do São Francisco. Reunião preparatória do II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, Salvador, SBG/Núcleo BA-SE/SGM/CNPq. p. 45-62.

ALKMIM F.F. & MARTINS-NETO M.A. 2001. A Bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: C.P. PINTO & M.A. MARTINS-NETO (Eds.) **Bacia do São Francisco:** Geologia e Recursos Naturais SBG/Núcleo MG, pp.: 9-30.

ALMEIDA. F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. **Rev. Bras. Geoc**., 7(4):349-364.

ARRUDA, M.B. 2003. **Estudo de representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecoregiões continentais do Brasil**. O caso do bioma Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília.

BAILEY, R.G., AND C.T. CUSHWA. 1981. **Ecoregions of North America** FWS/OBS-81/29. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC, scale 1:12,000,000.

BAILEY, R. G. **Ecoregions of the United States** (map). Intermountain Region, Ogden, Utah: US Department of Agriculture, Forest Service, Scale 1:7,500,000. 1976.

BAILEY, R. G. Delineation of ecosystem regions. **Environmental management**, v. 7, n. 4, p. 365-373, 1983.

BAILEY, R. G.; ZOLTAI, S. C.; WIKEN, E. B. Ecological regionalization in Canada and the United States. **Geoforum**, v.16, p. 265-275, 1985.

BAILEY RG. 1995. **Description of the ecoregions of the United States**. 2nd ed. rev. and expanded (1st ed. 1980). Misc. Pub. No. 1391 (rev.). Washington, DC: USDA Forest Service. 108 pp., with separate map at 1:7,500,000

BAILEY, R. G. **Ecosystem geography**. Springer-Verlag, Nova York. 1996, 204 p.

BAILEY, R. G. **Ecoregions**: the ecosystem geography of the oceans and continents. Spring-Verlag, New York, 1998, 176 p.

BAILEY RG. 2004. Identifying ecoregion boundaries. **Environmental management** 34: S14–S26.

BAILEY, R. G. Identifying ecoregions boundaries. **Environmental management**, v. 34, supl. 1, p. S14-S26, 2005.

BLASI, C. G.; CAPOTORTI, R. COPIZ, D. GUIDA, B. MOLLO, D. SMIRAGLIA & L. ZAVATTERO (2014) Classification and mapping of the ecoregions of Italy, Plant Biosystems - An **International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 148:6, 1255-1345, disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2014.985756, Acesso em 25/03/2017

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**/SEDR/DZT/MMA. – Brasília: MMA, 2011. 488 p. : Il. color. ; 32cm + 6 mapas 60x84 cm.

BRYCE, S. A.; CLARKE, S. E. Landscape-level ecological regions: linking state-level ecoregions frameworks with stream habitat classifications. **Environmental management**, v. 20, n. 3, p. 297-311, 1996.

BRYCE, S.A., J.M. OMERNIK, and D.P. LARSEN. 1999. Ecoregions - a geographic framework to guide risk characterization and ecosystem management: **Environmental Practice** 1(3):141-155.

BRITO NEVES, B.B.; SÁ, J.M.;NILSON,A.A.; BOTELHO, N.F. 1996. **A tafrogênese estateriana nos blocos paleoproterozoicos da América do Sul e processos subsequentes**. Geonomos, 3:1-21, Belo Horizonte.

CAMPOS , J.E.G.; 1992. **A Glaciação permocaboníferа nas regiões de Canabrava e Santa Fé de Minas, MG**. Inst. de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Dissertação de mestrado, 104 p.

CAMPOS NETO, M.C. 2000. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: an approach to Brasiliano-PanAfrican Cycle and Orogenic Collage in Southeastern Brazil In: Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz F, A.;Campos, D.A.(eds). **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro, 335-365. (Intern.Geol.Congr.,31).

CARVALHO, L. G.; OLIVEIRA, M. S.; ALVES, M. C.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C.; CASTRO-NETO, P; DANTAS, A. A. A. 2008 Clima. In: SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T.; DONIZETTE, A. **Zoneamento ecológico-econômico do estado de Minas Gerais:** componentes geofísico e biótico. Lavras: Editora UFLA, 161 p.

CAVALCANTI, LUCAS COSTA DE SOUZA. **Da descrição de áreas a teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Bases Cartográficas.** Disponível em: http://cbhsaofrancisco.org.br/.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Estudos Integrados de Recursos Naturais: Bacia do Alto São Francisco e Parte Central da Área Mineira da SUDENE.** Belo Horizonte, 1983. CETEC.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. 1989 PLANVASF - **Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco**. CODEVASF: SUDENE: OEA, 1989.

COMMISSION FOR ENVIRONMENTAL COOPERATION. CEC- 1997. **Ecological regions of North America: toward a common perspective**. Commission for Environmental Cooperation, Montreal, Quebec, Canada. 71p. (map updated 2006).

COMMONWEALTH OF AUSTRALIA. 2012. **Interim biogeographic regionalisation for Australia. Version 7**. Available: http://www.environment.gov.au/topics/land/national-reserve-system/science-maps-and-data/australias-bioregions-ibra#ibra.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERIAS. 2000. **Análise de Consistência de Dados Fluviométricos da Bacia do Rio São Francisco – Sub-bacia 40.** Belo Horizonte, CPRM, v.2.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERIAS. 2008 **Mapa de Geodiversidades**. Escala: 1:1.000.000. CPRM.

COUTINHO, L.M. 1978. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, 1: 17-23.

CROWLEY, J. 1967. Biogeography [in Canada]. **Canadian Geographer** 11:312–326.

DARDENE, M.A. 2000. The Brasília fold belt. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ F, A.;CAMPOS, D.A.(eds). **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro, 231-263. (Intern.Geol.Congr.,31).

DUTRA, G. C. 2009. **Modelagem da distribuição geográfica de fitofisionomias no Estado de Minas Gerais**. Tese, UFLA. Lavras – MG.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2011. **Mapa de solos**. Escala 1:5.000.000. EMBRAPA.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2012. **Tipos de Vegetação do Bioma Cerrado**. EMBRAPA. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br.

EUCLYDES, Humberto Paulo. **Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos**. 2. ed. Viçosa, MG: RURALMINAS, 2009. 78 p.

FERREIRA, IDELVONE MENDES, 2005. Bioma Cerrado: Caracterização do Subsistema de Vereda. **IX EREGEO** – Encontro Regional de Geografia. Novas territorialidades – integração e redefinição regional. Porto Nacional, julho de 2005.

FOODY, G. M. 2002. **Status of land cover classification accuracy assessment** Remote Sensing of Environment 80: 185-201

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Relatório Anual, 2016.**. São Paulo: Fundação SOS. 2016. 53 p.

GEOMINAS, GEOPROCESSAMENTO DE MINAS. **Dados Sobre Minas Gerais (1996)**. Disponível em: www.geominas.mg.gov.br.

GRIFFITH, G.E., J.M. OMERNIK, AND S.H. AZEVEDO. 1998. **Ecological classification of the Western Hemisphere**. Unpublished report. U.S. Environmental Protection Agency, Western Ecology Division, Corvallis, OR. 49p.

HANSEN, M. C., P. V. POTAPOV, R. MOORE, M. HANCHER, S. A. TURUBANOVA, A. TYUKAVINA, D. THAU, S. V. STEHMAN, S. J. GOETZ, T. R. LOVELAND, A. KOMMAREDDY, A. EGOROV, L. CHINI, C. O. JUSTICE, AND J. R. G. TOWNSHEND. 2013. “High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change.” **Science 342** (15 November): 850–53. Data available on-line from: http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest.

HARDING , JON S, AND WINTERBOURN, MICHAEL J. “An Ecoregion Classification of the South Island, New Zealand in ***Journal of Environmental Management*** (1997) **51**, 275–287 *Department of Zoology, University of Canterbury, Private Bag 4800, Christchurch, New Zealand Received* 2 *October* 1996*; accepted* 6 *July* 1997

HARGROVE WW, HOFFMAN FM (2004). Potential for multivariate quantitative methods for delineation and visualization of ecoregions. **Environmental management** 34(Suppl. 1):S39–S60. doi:10.1007/s00267-003-1084-0

HUMBOLDT, Alexander von. ***Prefácio do Cosmos****; Essai d’une description physique du monde*. Tradução de Oswaldo Bueno Amorim Filho. Paris Guide et Cie., Libraires Éditeur, 1847.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2001. **Sinópse preliminar do censo demográfico – 2000.** Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2004 **Mapa de biomas do Brasil.** Brasília: MMA; IBAMA, 2004b. Escala 1: 5.000.000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2006. **Mapas de Unidades de Relevo do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. Projeção policônica.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2002 -**Mapa de Clima do Brasil.** Escala 1: 5.000.000. Projeção policônica.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Bases Cartográficas.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, Manuais Técnicos em Geociências**, 2012. 271 p.

ICMBio INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Bases Cartográficas.** Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/servicos/geoprocessamento.html.

JEPSON, P.; WHITTAKER, R. J. Ecoregions in context: a critique with special reference to Indonesia. **Conservation Biology**, v. 16, n. 1, 2002.

JOSSE C, NAVARRO G, COMER P, EVANS R, FABER-LANGENDOEN D, FELLOWS M, ET AL. 2003. Ecological systems of Latin America and the Carribbean: **A working classification of terrestrial systems**. Arlington: Nature-Serve.

LAWLER, J.J, S.L. SHAFER, D. WHITE, P. KAREIVA, E.P. MAURER, A. BLAUSTEIN, AND P.J. BARTLEIN. 2009. Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. **Ecology** 90(3):588-597.

LEATHWICK JR, OVERTON JMC, MCLEOD M. 2003. An environmental domain classification for New Zealand and its use as a tool for biodiversity management. **Conserv Biol** 17: 1612–1623.

LOVELAND, T. R.; MERCHANT, J. W. Ecoregions and ecoregionalization: geographical and ecological perspectives. **Environmental management**, v. 34, supp. 1, p. S1-S13, 2004.

MACEDO, D. R., & BERTOLINI, W. Z. 2008. Abordagem conceitual-metodológica na definição de Unidades de Paisagem (UPs) para o município de Aimorés/MG: contribuições da geomorfologia para o planejamento ambiental. **Revista Geografias**, 4(1), 41-53.

MACEDO, D.R., HUGHES, R.M., LIGEIRO, R., FERREIRA, W.R., CASTRO, M.A., JUNQUEIRA, N.T., OLIVEIRA, D.R., FIRMIANO, K.R., KAUFMANN, P.R., POMPEU, P.S., CALLISTO, M., 2014. **The relative influence of catchment and site variables on fish and macroinvertebrate richness in Cerrado biome streams.** Landsc. Ecol. 29, 1001–1016

MARTINS, I., Ligeiro, R., HUGHES, R.M., MACEDO, D.R., CALLISTO, M., 2018. **Regionalisation is key to establishing reference conditions for neotropical savanna streams.** Mar. Freshw. Res. 69, 82–94. https://doi.org/10.1071/MF16381

MARTINS-NETO, M.A. 1998. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: Registro de uma Bacia rifte-sag do Paleo/Mesoproterozóco. **Rev.Bras. Geociências**, 28**:** 151-168.

MCMAHON, G., S.M. GREGONIS, S.W. WALTMAN, J.M. OMERNIK, T.D. THORSON, J.A. FREEOUF, A.H. RORICK, AND J.E. KEYS. 2001. Developing a spatial framework of common ecological regions for the conterminous United States. **Environmental Management** 28(3):293-316.

MINAS GERAIS. 1995. Lei estadual n_ 11.901. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais.**

MINAS GERAIS. 2004. Decreto estadual n_ 43.910. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais.**

MIRANDA, E. E. de (Coord.). 2005. **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>.

MORAES, Antonio. CR. **Geografia pequena história crítica**. 12ª edição. São Paulo: Hucetec, 1993.

NIMMER, E.; BRANDÃO, A.M.P.M.(Coord.)1989. **Balanço Hídrico e clima da região dos cerrados.** Rio de Janeiro, IBGE/EMBRAPA, 166 p.

OLIVEIRA FILHO, A. T. *et al*. 2006. Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do estado de Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). **Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, cap. 1, p.21-35.

OLSON, D. M., AND E. DINERSTEIN. 1998. The Global 2000: A representative approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. **Conservation Biology** 12:502–515.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E., WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. O.; POWELL, G. V. N.; UNDERWOOD, E. C.; D'AMICO, J. A.; ITOUA, I.; STRAND, H. E.; MORRISON, J. C.; LOUCKS, C. J.; ALLNUTT, T. F.; RICKETTS, T. H.; KURA, Y.; LAMOUREUX, J. F.; WETTENGEL, W. W.; HEDAO, P.; KASSEM, K. R. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. **BioScience**, v. 51, p. 933-938, 2001.

OMERNIK, J. M. Ecoregions of the Conterminous United States. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 77, n. 1, p. 118-125, 1987.

OMERNIK, J.M. and G.E. GRIFFITH. 2014. **Ecoregions of the conterminous United States: Evolution of a hierarchical spatial framework.** Environmental Management 54(6):1249-1266. http://dx.doi.org/10.1007/s00267-014-0364-1

OLIVEIRA,LUIZA HOEHNE MATTOS DE; **Identificação e análise das unidades de paisagem do Parque Estadual da Serra do Rola Moça e Estação Ecológica de Fechos, Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais**. Dissertação - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

PATRUS, M.L.R.A; SANTOS, A.C.S DOS; FIGUEIREDO, V.L.S.; MATOS, A.R. , MENEZES, I.C.R. 2001. Parcela mineira da Bacia do Rio São Francisco: caracterização hidroclimática e avaliação dos recursos hídricos de superfície. In: PINTO, C.P e NETO, M.A.M. (Ed). **Bacia do São Francisco**: geologia e recursos naturais. Belo Horizonte: SBG-MG. p. 285-326.

PEDRALLI, G. **Florestas secas sobre afloramentos de calcário em Minas Gerais: florística e fisionomia**. Bios, v. 5, n. 5, p. 81-88, 1997.

PEREIRA, Eric Oliveira; GONTIJO, Bernardo Machado; ABREU Luiza Gontijo Álvares de Campos. **As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade**. Caderno de Geografia, v.25, n.43, 2015

RODRIGUES, J. R., 2008. **Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí – Um estudo de zircões detríticos e Idades Modelo Sm-Nd**. Tese de Doutoramento, UnB, DF, 128 pp.

ROSA, J. G. **Grande Sertão: Veredas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005

SAADI, A. 1995. **Geomorfologia da Serra Do Espinhaço em Minas Gerais e ed suas Margens. Geonomos**, Belo Horizonte-MG, 3 (1): 41-63

SALES, H. R.; SOUZA, S. C. A.; DA LUZ, G. R.; MORAIS-COSTA, F.; AMARAL, V. B.; SANTOS, R. M.; VELOSO, M. D. M.; NUNES, R. F. 2009. **Flora arbórea de uma Floresta Estacional Decidual na APA Estadual do Rio Pandeiros, Januária/MG**. In: MG BIOTA, Belo Horizonte, v.2, n.3, p. 31-41.

SANTOS, A. A.; **Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e sua Zona de Amortecimento (MG): Análise a partir de Mineração de Dados e Métricas de Paisagem**. Dissertação - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SAYRE R, BOW J, JOSSE C, SOTOMAYOR L, TOUVAL J. 2008. Terrestrial ecosystems of South America. In: Campbell JC, Jones KB, Smith JH, Koeppe MT, editors. **North America land cover summit**. Washington, DC: North America Land Cover Summit. pp. 131–152.

SCOLFORO, J.R.; MELLO, J.M. DE; OLIVEIRA, A.D. DE. 2008. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Cerrado**. Editora UFLA.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). 2006. **Mapeamento e Inventário da Flora e dos Reflorestamentos de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, cap. 5, p.75-278.

SCHAEFER, C. E. Quadro Geral dos Solos da Serra do Cipó. In: MADEIRA, J. A. (Org.) **Plano de Manejo**: Parque Nacional da Cerra do Cipó e Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira. ICMBio: Brasília, 2009.

SILVA, A. P.; VIEIRA, G. G.; FARINASSO, M.; CARLOS, R, J. 2003. **Determinação da extensão do Rio São Francisco**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11, Belo Horizonte.

SOUZA,M.S.; MATOSO, M.L.Q.; EBECKEN, N.F.F. DataMining: a database perspective. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATAMINING**, 1998, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1998, pp.413-432.

STEEL EA, HUGHES RM, FULLERTON AH, SCHMUTZ S, YOUNG JA, FUKUSHIMA M, MUHAR S, POPPE M, FEIST B, TRAUTWEIN C (2010) Are we meeting the challenges of landscape-scale riverine research? **A review. Living Rev Landscape** Res 4:1–60

TROMPETTE, R.R.; UHLEIN, A.; SELVA, M.E.; KARMANN, I. 1993. O Cráton brasiliano do São Francisco: Uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 4, p.481-486.

UNESCO. **Portal do Programa MaB e as Reservas da Biosfera**. Disponível em: http://www.rbma.org.br/mab/unesco_01_oprograma.asp. Acesso em: 15/02/2018.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE,124p.

VIANA, V. M. F. C. 2006. **Estudo hidrogeoquímico das veredas do rio do Formoso no município de Buritizeiro, Minas Gerais.** Dissertação de Mestrado em Geologia. Belo Horizonte: UFMG, 72p.

WANTZEN, K. M.; SIQUEIRA, A.; NUNES; C. C.; SÁ.; M. F. P. 2006. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assessment and conservation scheme. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems** 16:713–732

WIKEN, E. 1986. **Terrestrial ecozones of Canada. Environment Canada**. Ecological Land Classification Series No. 19. Ottawa, Canada.

WINGE,M. *et. al*. 2001. **Glossário Geológico Ilustrado**. Publicado na Internet em: http://www.unb.br/ig/glossario/ e disponível em 22 de agosto de 2012.

XIMENES, A. C. **Mapas auto-organizáveis para a identificação de Ecorregiões no interflúvio Madeira-Purus: uma abordagem da biogeografia ecológica**. 2008. 155p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

XIMENES, Arimatéa de Carvalho; AMARAL, Silvana; VALERIANO, Dalton Morrison; **O conceito de ecorregião e os métodos utilizados parao seu mapeamento, Artigo** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008, INPE ePrint: sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/11.30.14.10 v1 **2009**-12-01

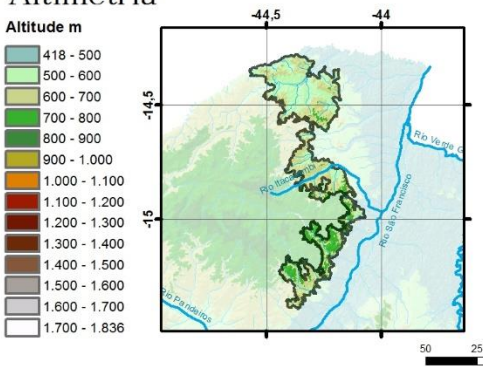
ZHOU, Y.; NARUMALANI, S.; WALTMAN, W. J.; WALTMAN, S. W.; PALECKI, M. A. A GIS-based spatial pattern analysis model for ecoregion mapping and characterization. **International Journal of Geographic Information Science**, v. 17, p. 445–462, 2003.

9. APÊNDICE

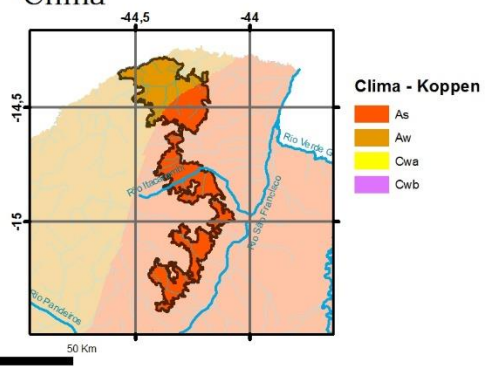
1.1.1.1 – Colinas de Montalvânia

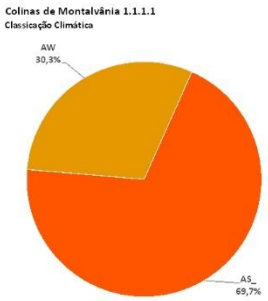
Ecorregião quase totalmente (99,2%) assentada sobre colinas dissecadas e morros baixos. A leste seu limite é dado pelo contato deste padrão de relevo com o padrão Superfícies Aplainadas Conservadas. Já a oeste e ao sul, onde existe uma continuidade do padrão de colinas e morros baixos, o limite é dado pela perceptível descontinuidade das Florestas Estacionais Deciduais nas ecorregiões adjacentes. Ao norte o limite é dado pelo limite da área de estudo, no caso a divisa dos Estados de Minas Gerais e Bahia. O clima predominante é "As" (69,7%) sendo "Aw" (30,3%) apenas no norte da ecorregião. A vegetação natural cobre cerca de 58% da ecorregião e desse total 56% são Florestas Estacionais Deciduais e o restante de fitofisionomias do Cerrado.

Altimetria

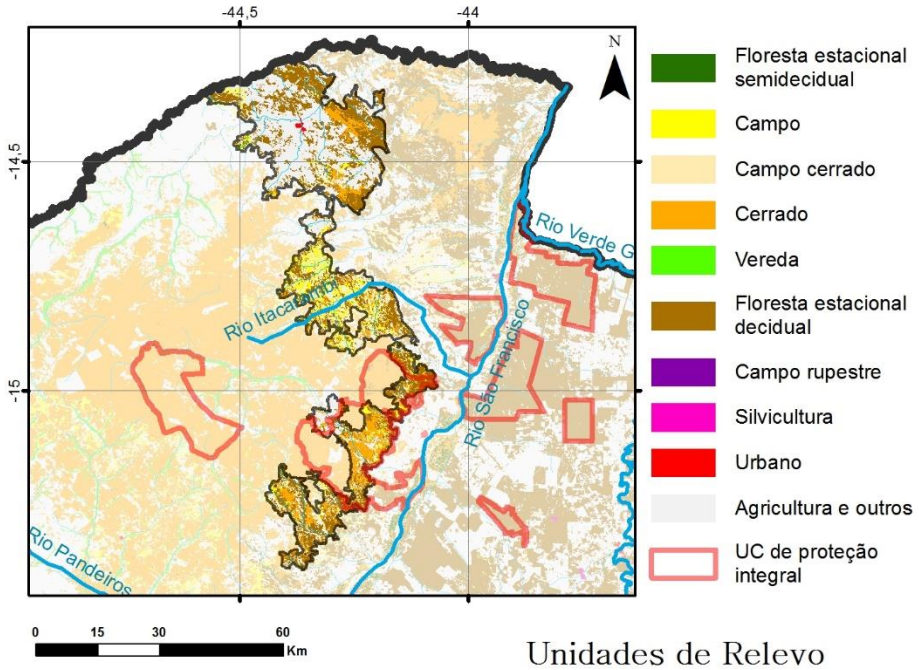


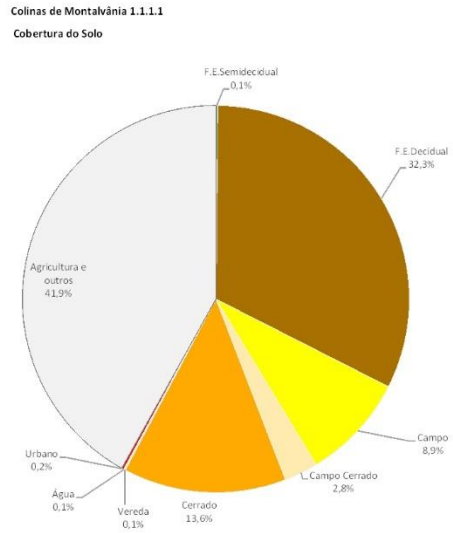
Clima



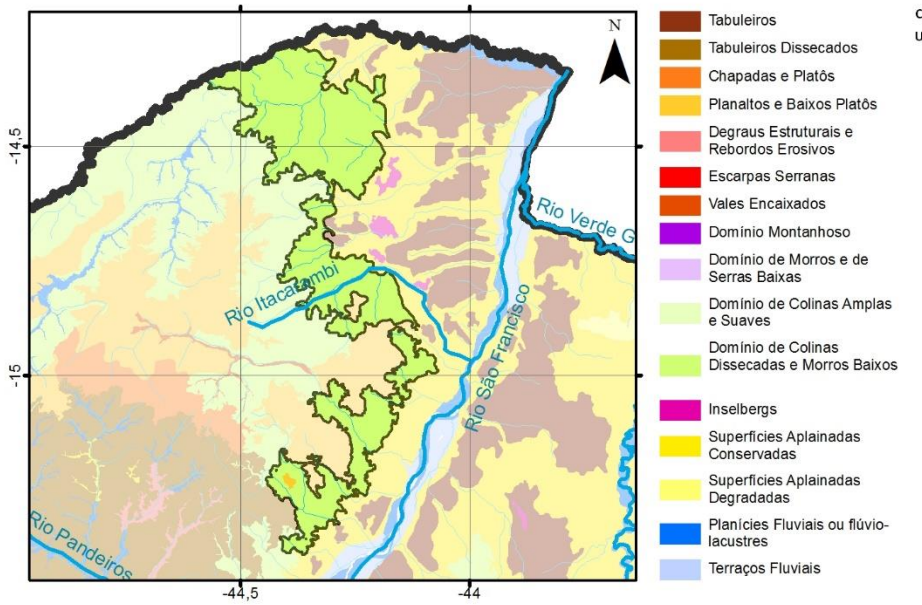


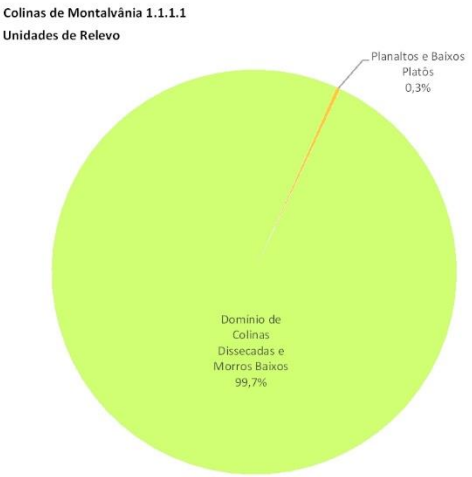
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



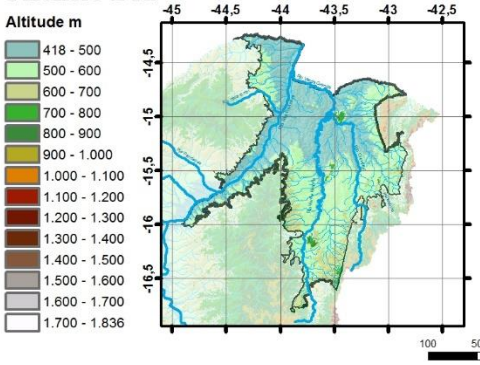


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

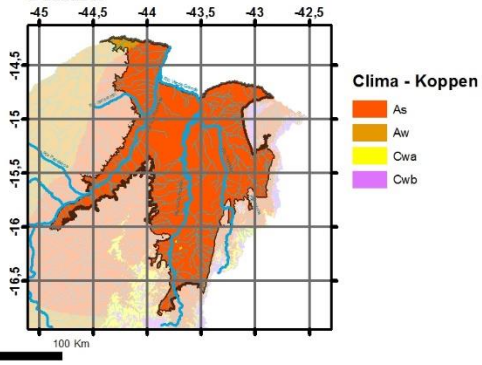
1.1.1.2 – Tabuleiros de Jaíba e Januária

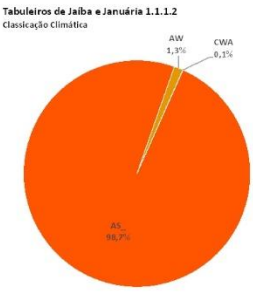
Ecorregião delimitada por uma grande área onde o relevo se alterna entre Tabuleiros e Superfícies Aplainadas, sejam elas conservadas ou degradadas. Está quase totalmente (98,2%) sobre clima "As". Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 53% da área total e destes 83,89% são Florestas Estacionais Deciduais. É a ecorregião que melhor representa o bioma da Caatinga na área de estudo.

Altimetria

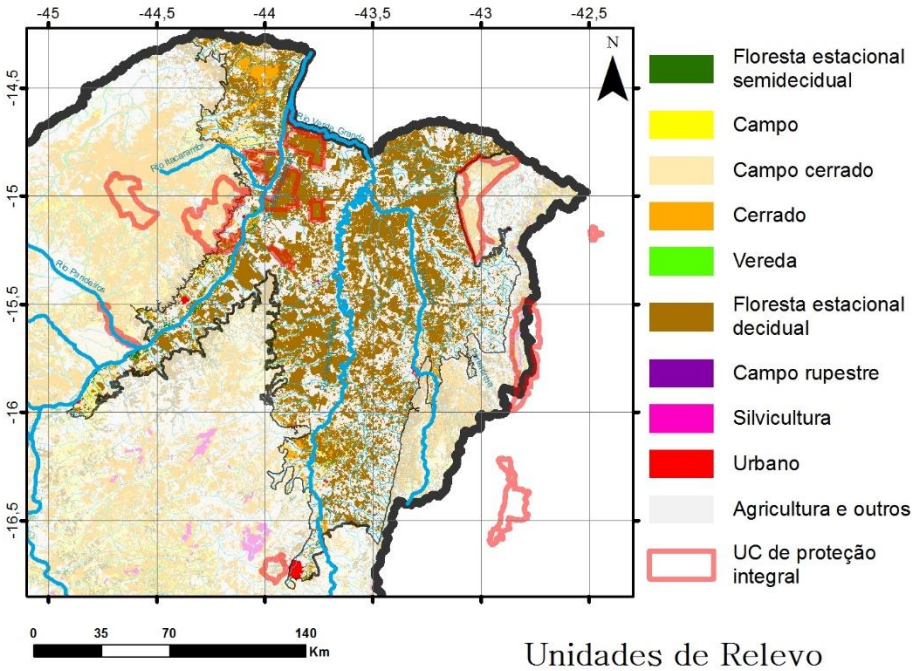


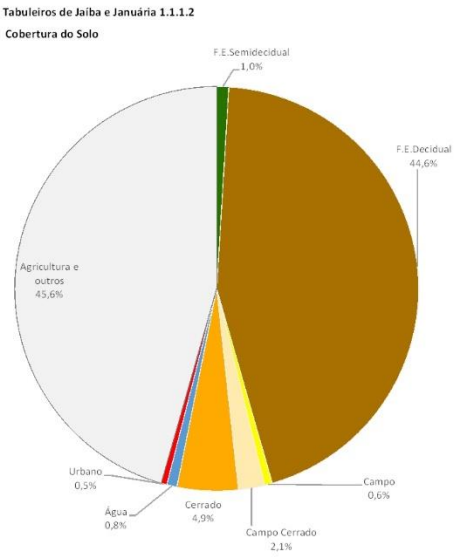
Clima



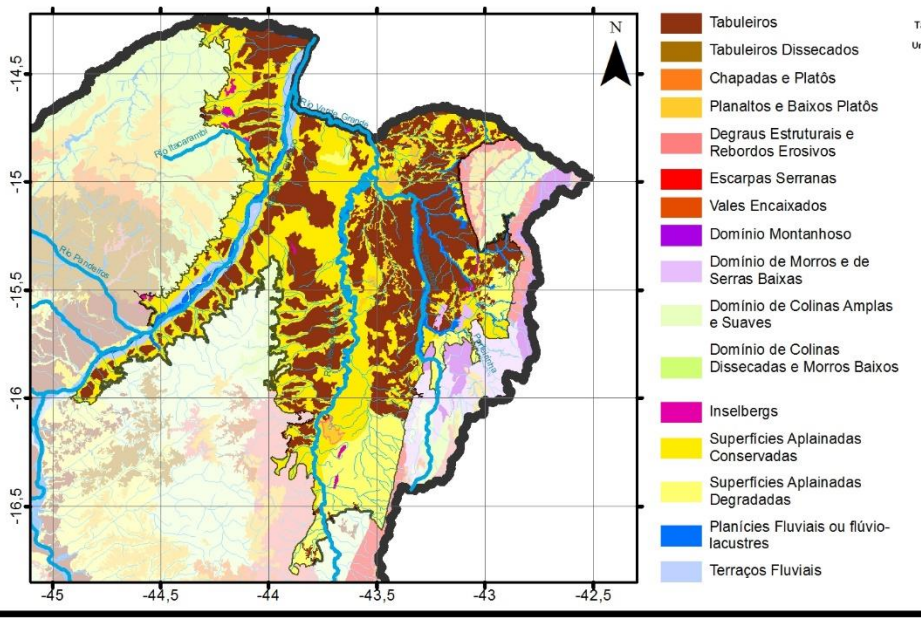


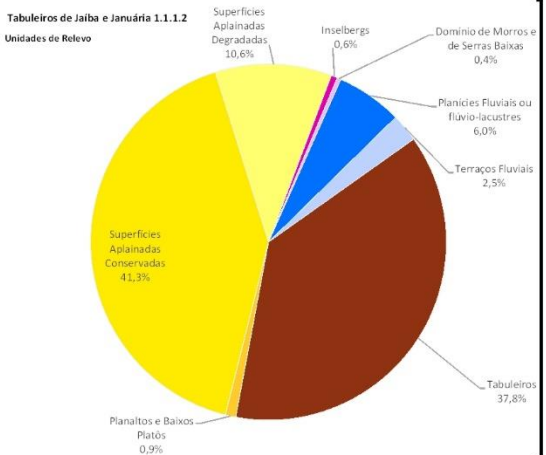
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





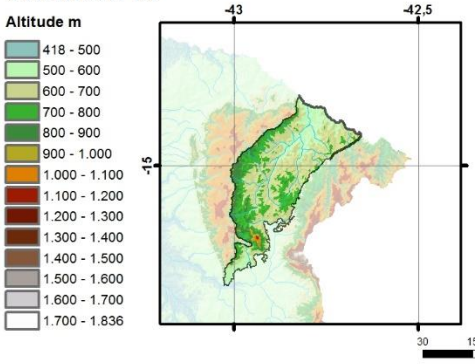
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.1.1.3 – Colinas de Mamonas

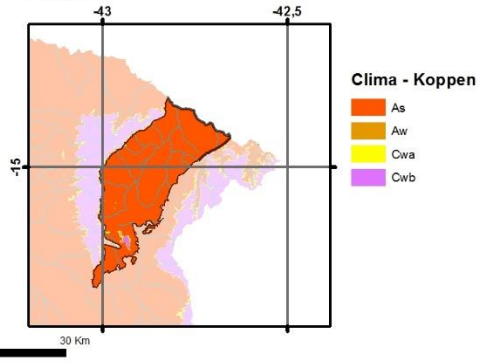


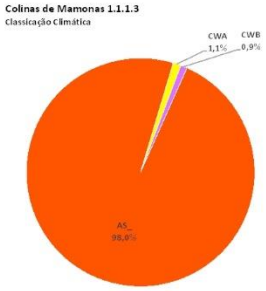
Ecorregião delimitada por Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Está quase completamente sobre o clima "As" e possui padrões de relevo e ocupação bem distintos das ecorregiões adjacentes. Dentre as ecorregiões do Bioma Caatinga é a que possui o menor percentual de vegetação natural (25,69%). Dentre estes poucos remanescentes 75,63% são classificados como Floresta Estacional Decidual.

Altimetria

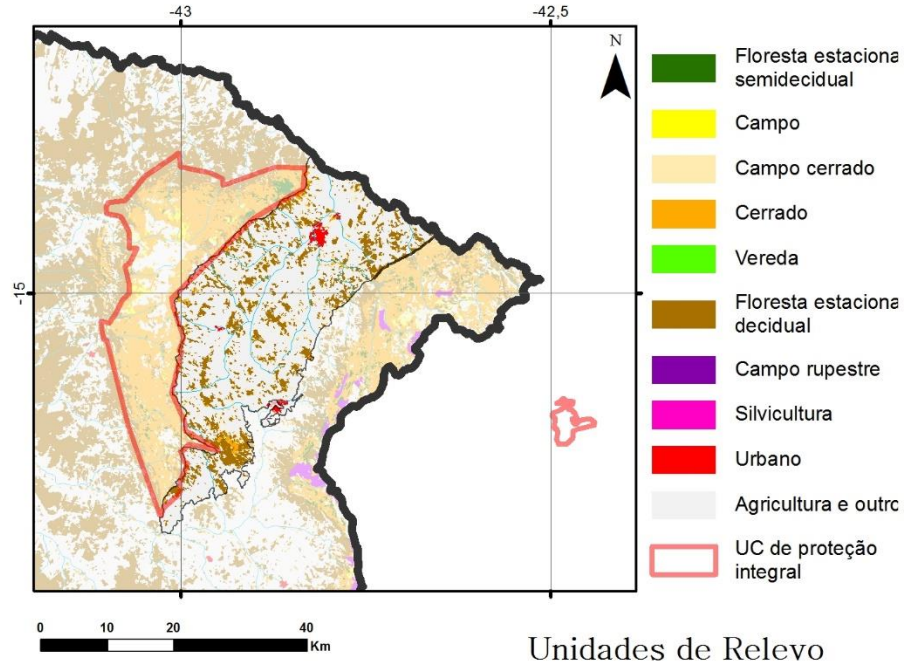


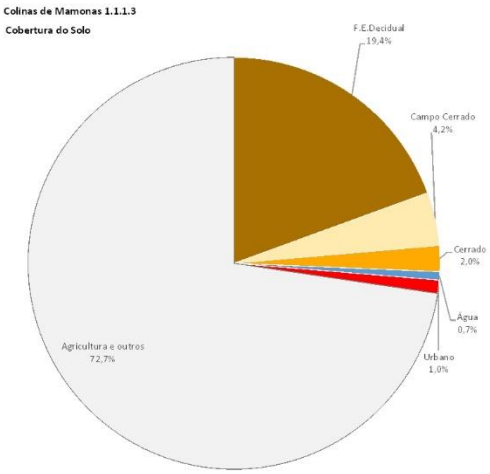
Clima



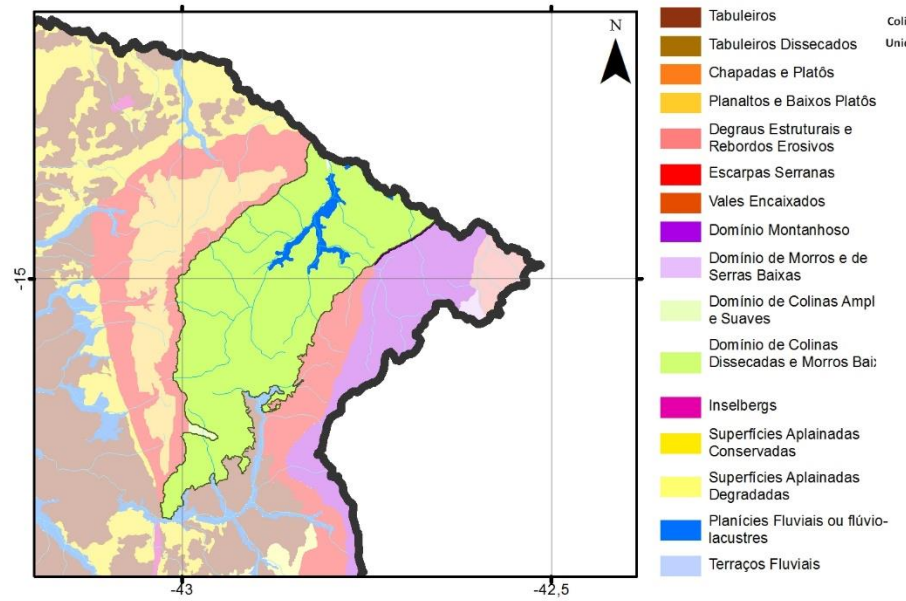


Vegetação / Cobertura do Solo

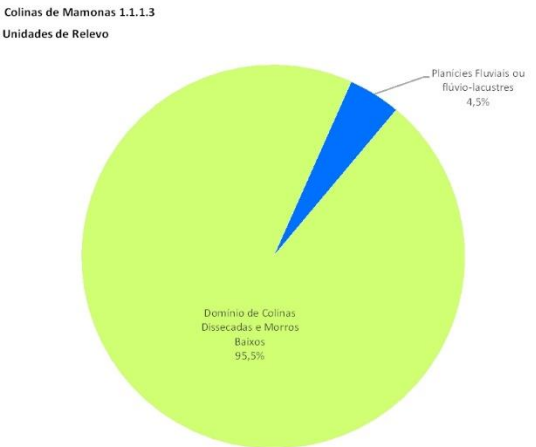




Unidades de Relevo





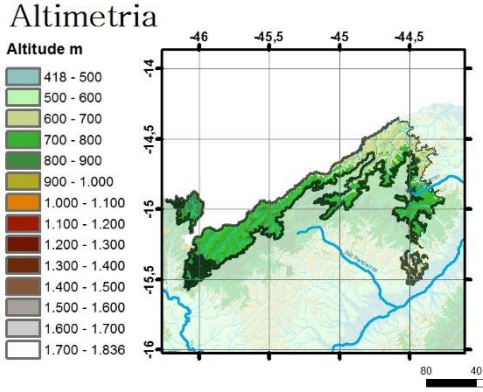


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

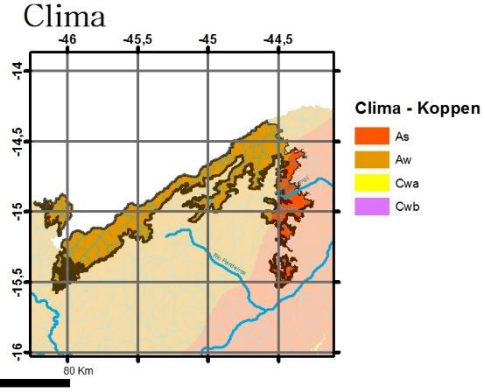
1.2.1.1 – Veredas do Norte

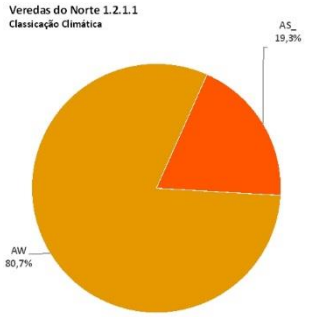
Ecorregião delimitada por Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Apenas o limite norte é dado pela área de estudo. Tem mais de 80% de sua área sobre o clima "Aw" e possui padrões de relevo e ocupação bem distintos das ecorregiões adjacentes. A vegetação natural recobre metade da área total. A vegetação é típica do Cerrado e dentre as ecorregiões estudadas é a que possui o maior percentual de da fitofisionomia Vereda, ocupando 10,52% dos seus remanescentes.

Altimetria

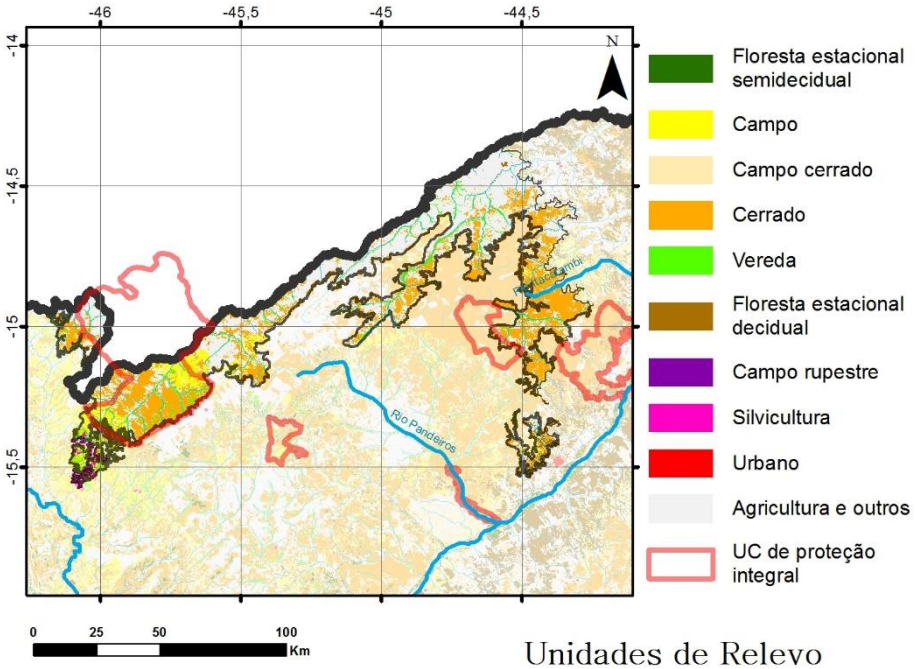


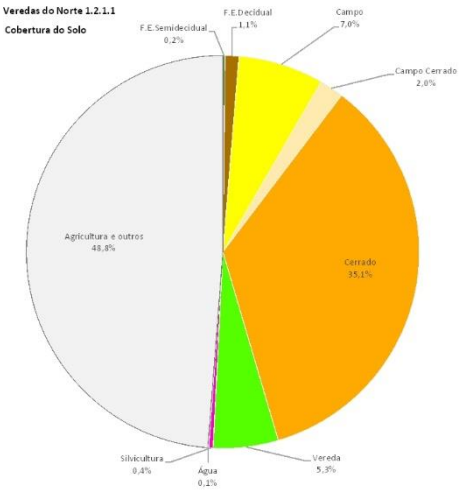
Clima



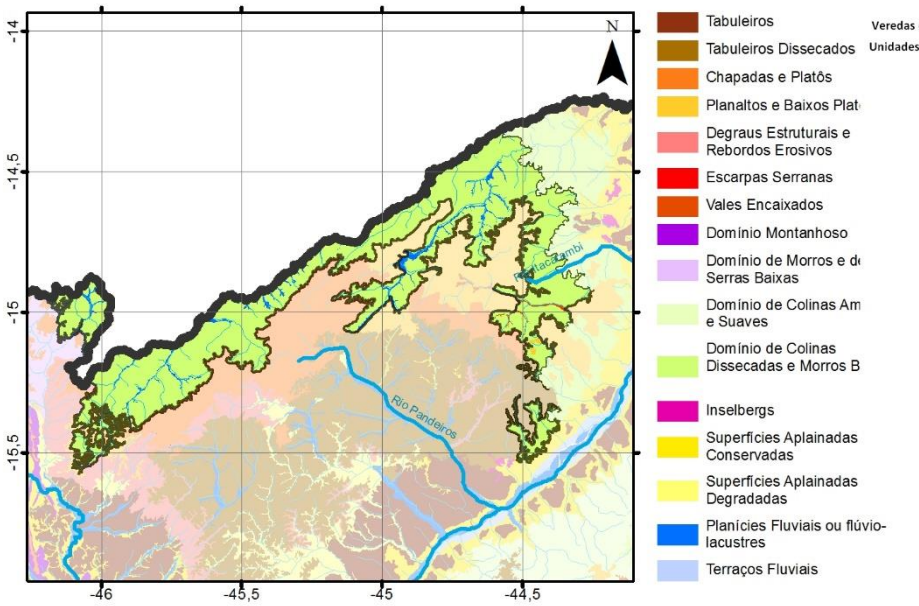


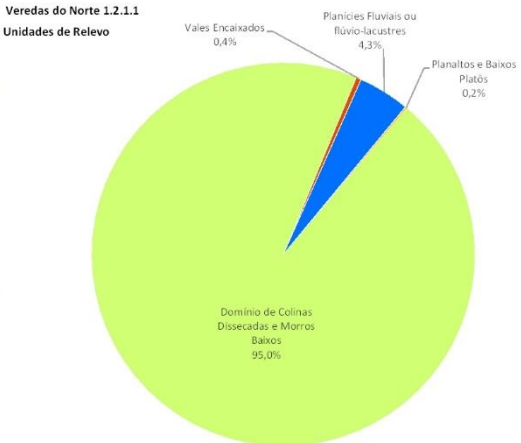
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



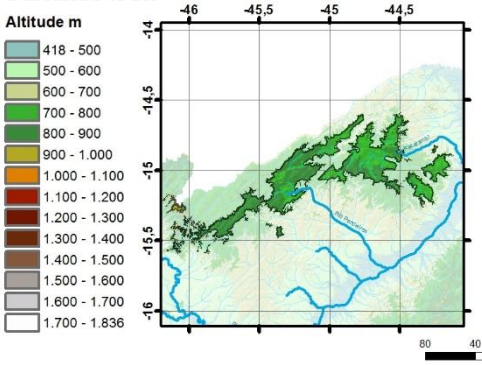


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

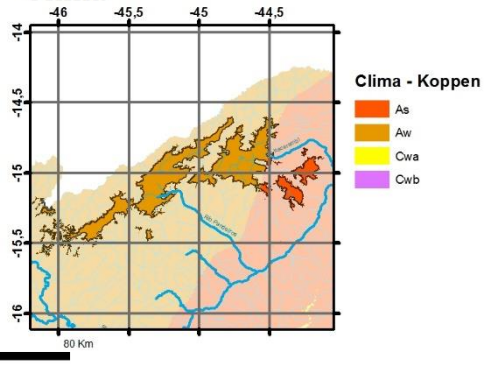
1.2.1.2 – Chapada Gaúcha

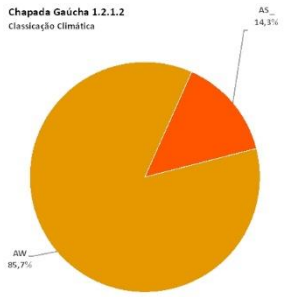
Ecorregião delimitada pelo agrupamento de terrenos planos elevados (Chapadas e Platôs" e "Planaltos e Baixos Platôs). Tem seu limite norte delimitado pelo limite da área de estudo. Tem quase 86% de sua área sobre o clima "Aw". A vegetação natural recobre cerca de 65% da área total. O Cerrado *Lato Sensu* recobre 98% desse total e apenas o Cerrado *Stricto Sensu* 86%.

Altimetria

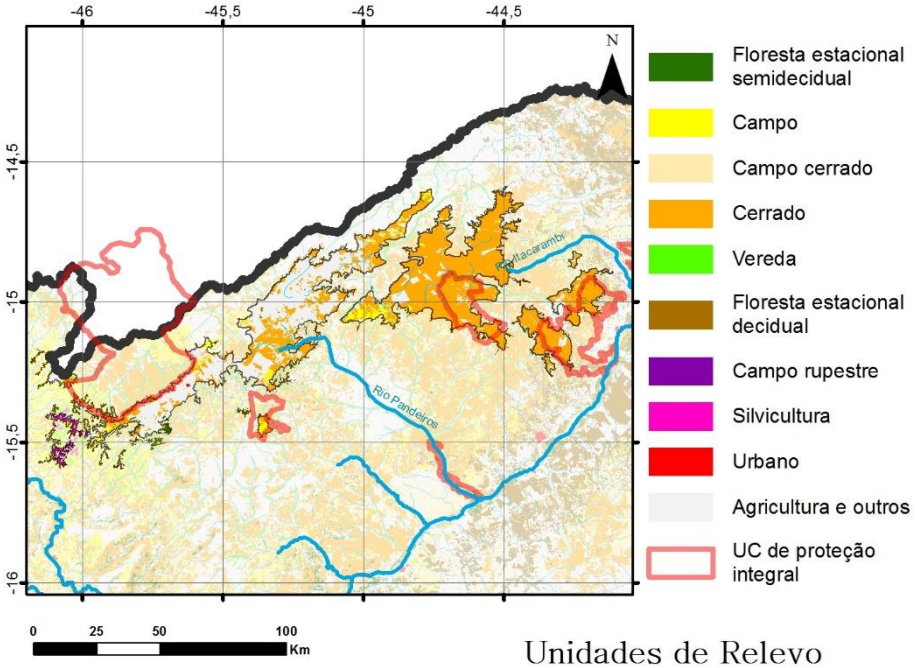


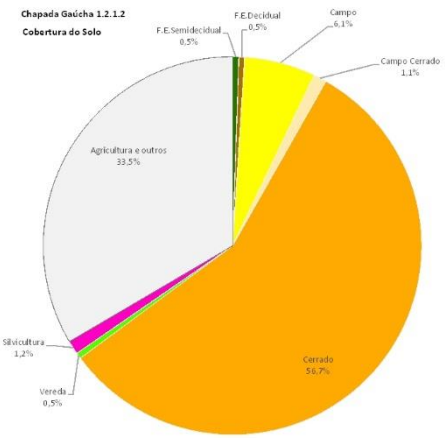
Clima



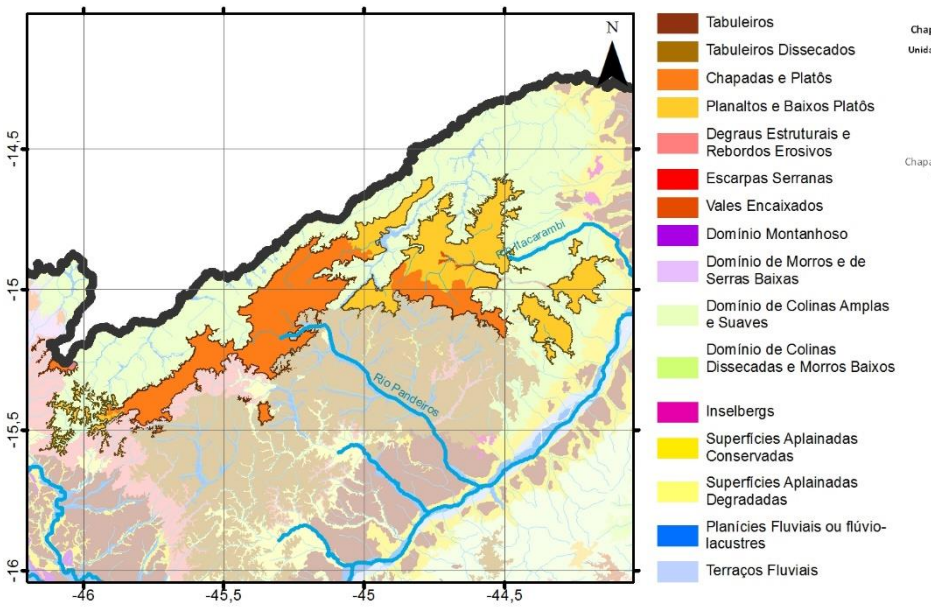


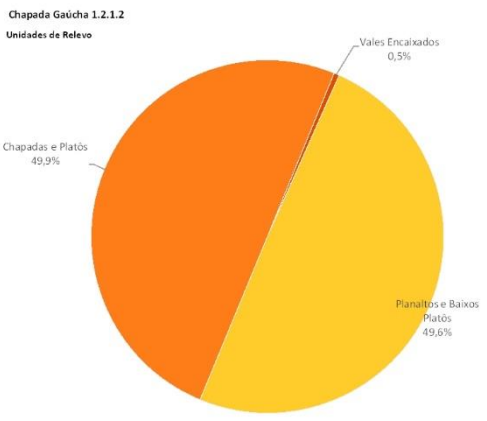
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



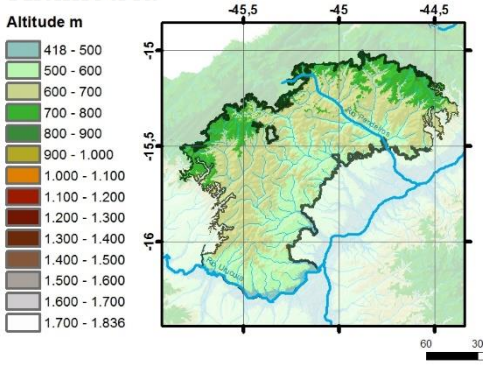


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

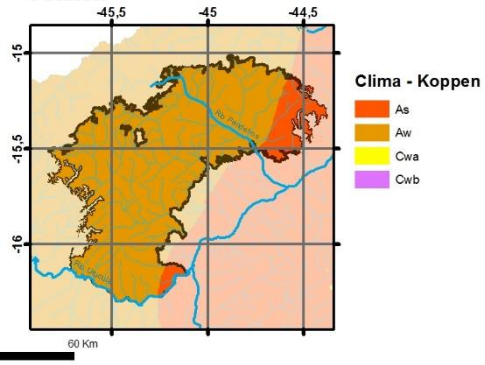
1.2.1.3 – Veredas do Acari e Rio Pandeiros

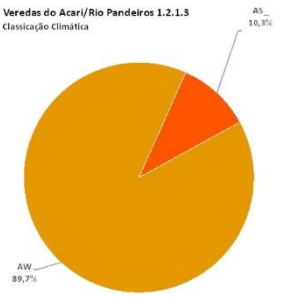
Ecorregião delimitada por Tabuleiros Dissecados (73,6%) e por outros padrões de relevo encrustados entre, ou nas bordas deles, com destaque para as Superfícies Aplainadas Degradadas, que ocupam 14,9% da área da ecorregião. Predominância de Clima Aw (89,2%). A vegetação natural ocupa 58% da área e desse total as fitofisionomias do Cerrado ocupam 97,34%. Destaca-se também pela concentração das Veredas que ocupam 6,68% dos remanescentes.

Altimetria

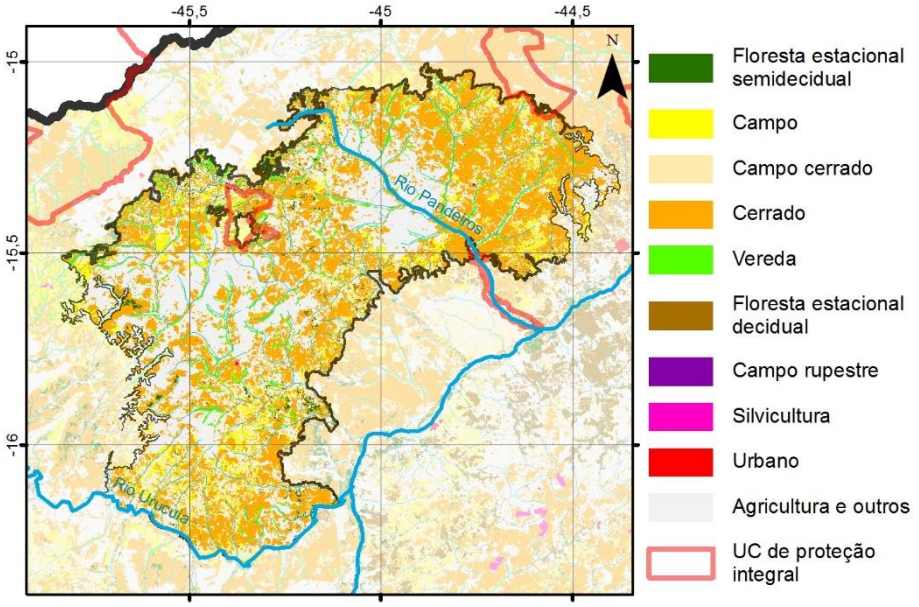


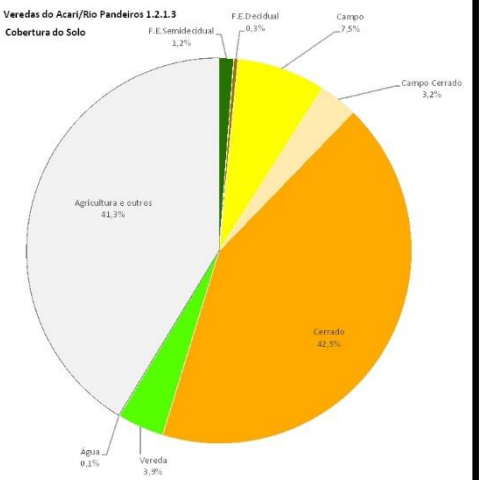
Clima



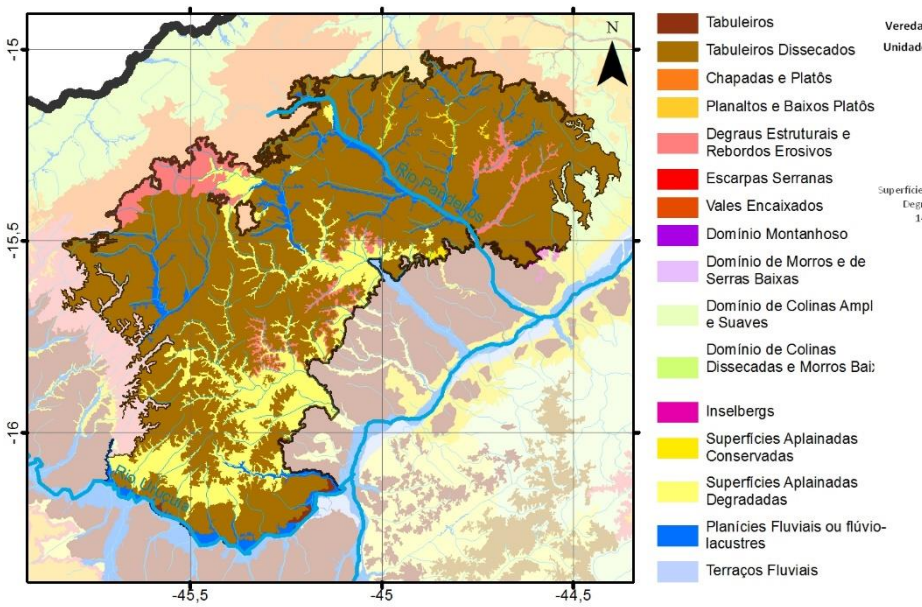


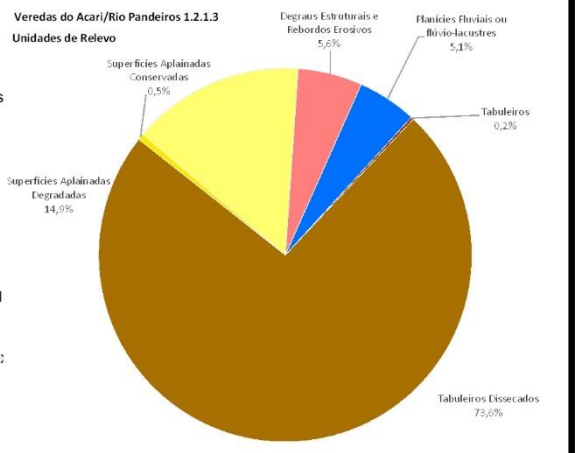
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



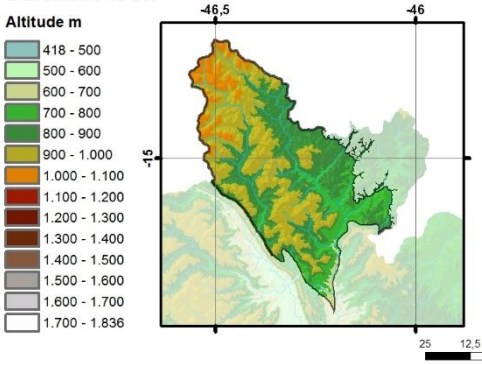


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

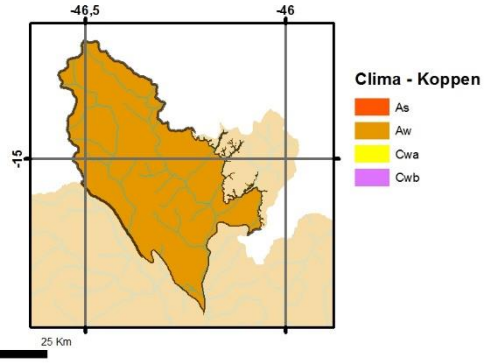
1.2.1.4 – Chapadas do Rio Piratinga

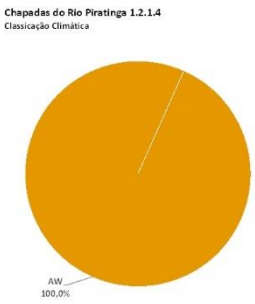
Ecorregião delimitada por Chapadas e Platôs que se elevam entre Morros e Serras Baixas. O clima é "Aw" em toda a sua extensão. A vegetação natural ocupa 46% da área e desse total as fitofisionomias do Cerrado ocupam 96,57 % dos remanescentes. Contudo, distingue-se regionalmente pela grande predominância da vegetação campestre, que ocupa 71,89% dos remanescentes e pela forte presença das veredas, que ocupam 6,37% dos remanescentes.

Altimetria

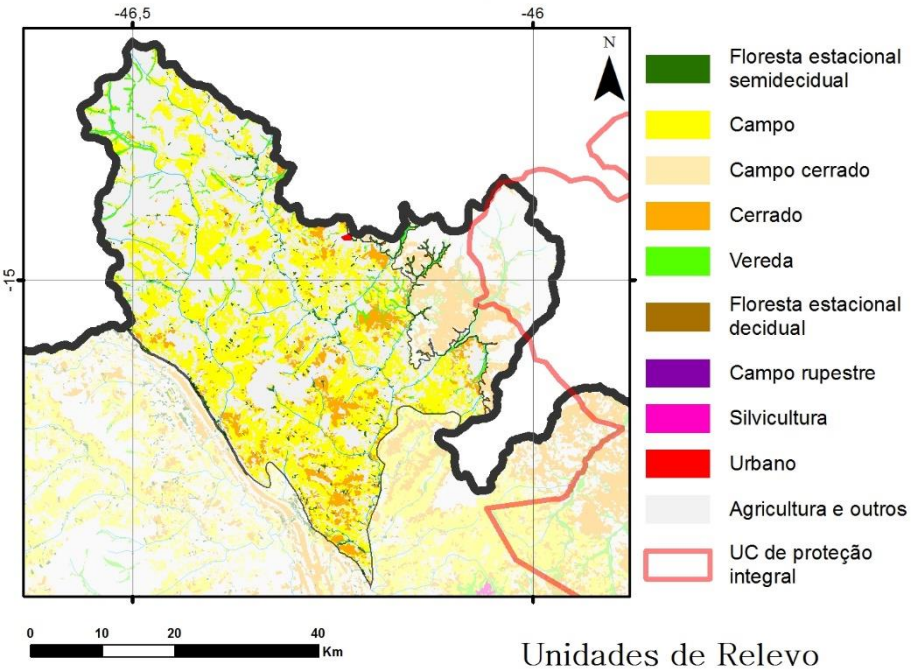


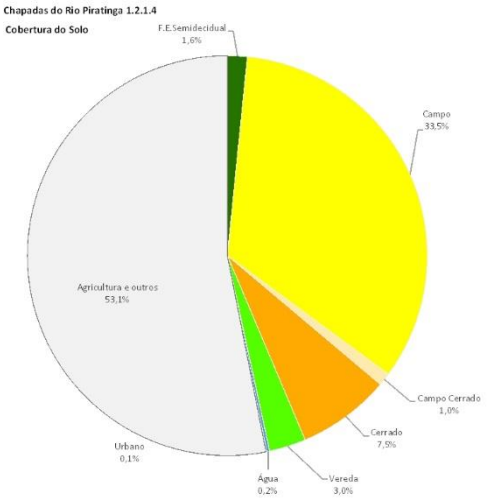
Clima



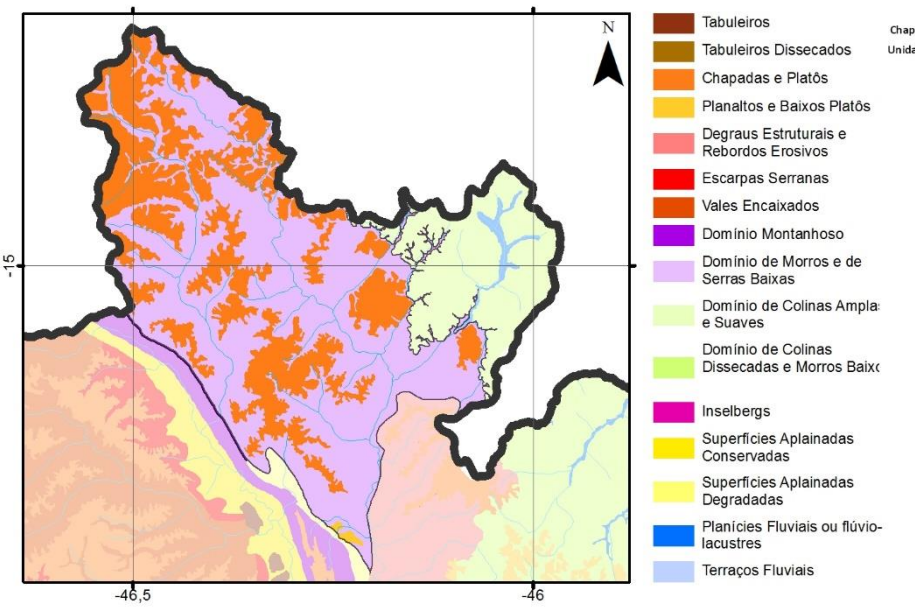


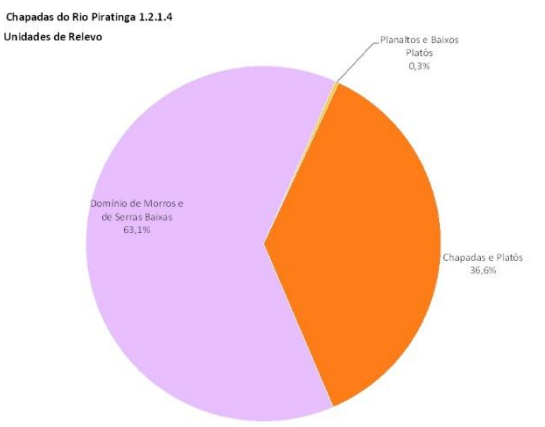
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





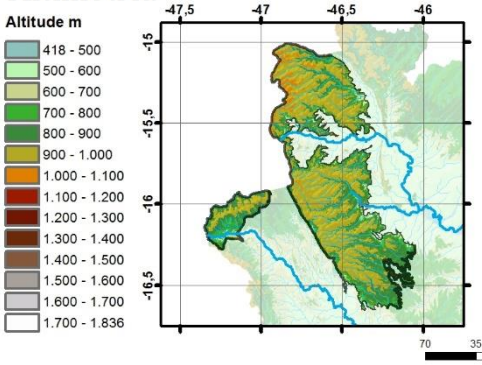
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.5 – Chapadas do Alto Urucuia

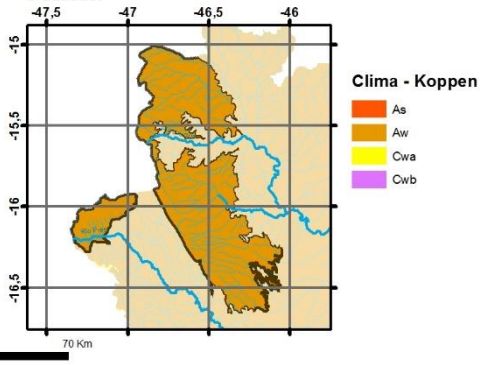


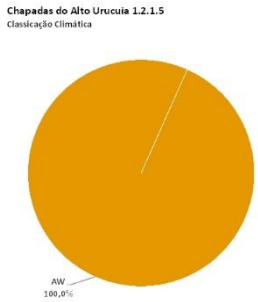
Ecorregião delimitada por Chapadas e Platôs bordejados por escarpas Serranas e com Vales Encaixados ao longo dos cursos d'água. Clima Aw em toda a sua extensão. As área agrícolas ocupam mais de 60% da ecorregião e a vegetação natural cerca de 37% com predominância das fitofisionomias do Cerrado

Altimetria

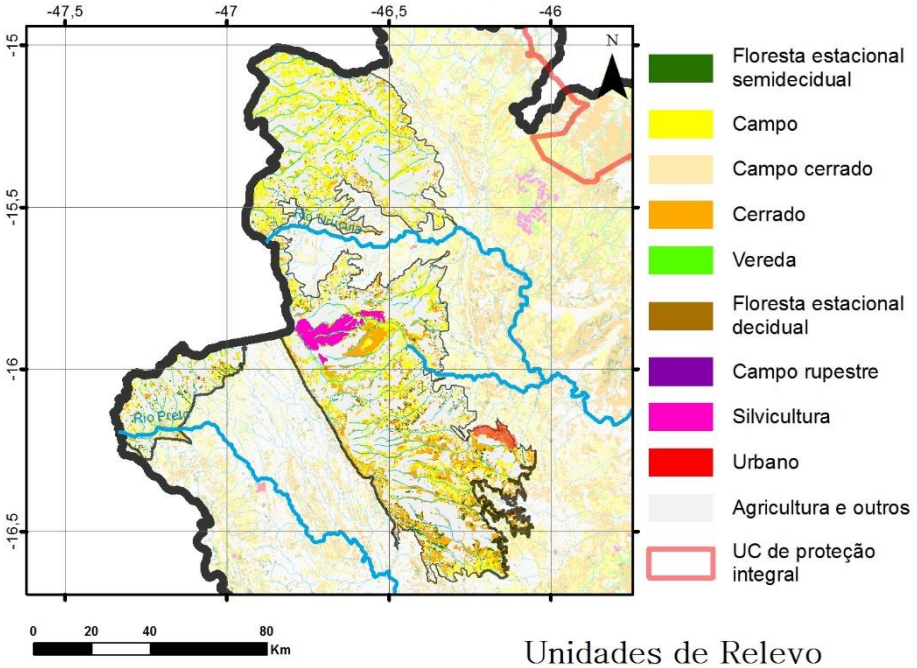


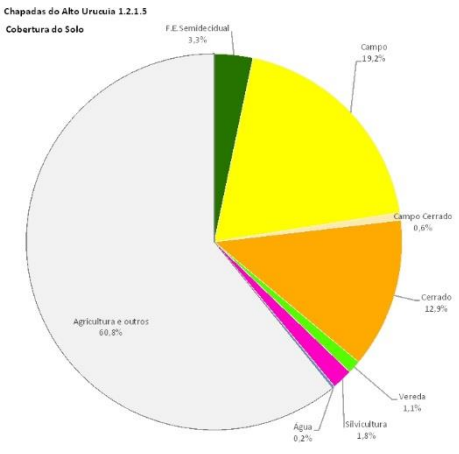
Clima



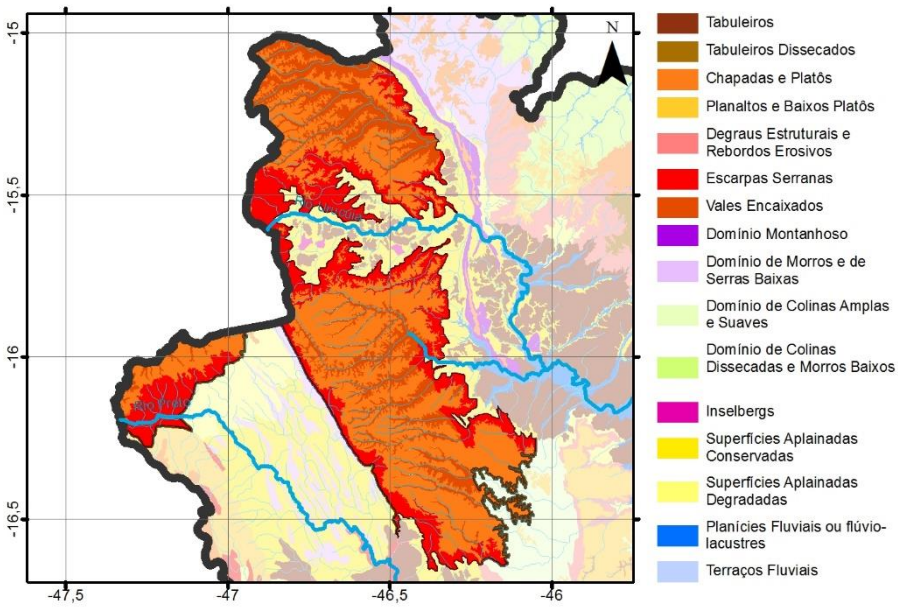


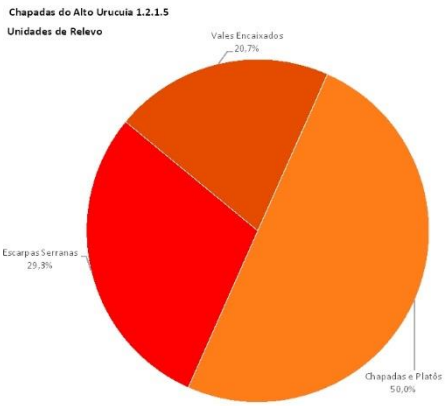
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





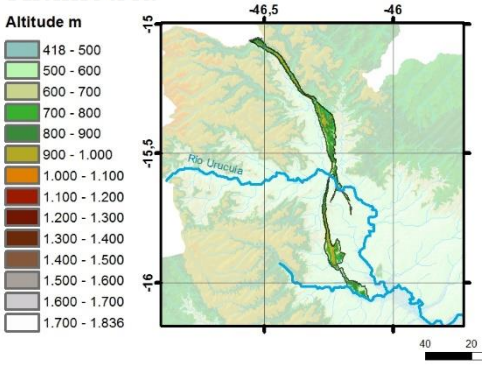
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.6 – Serra do Meio

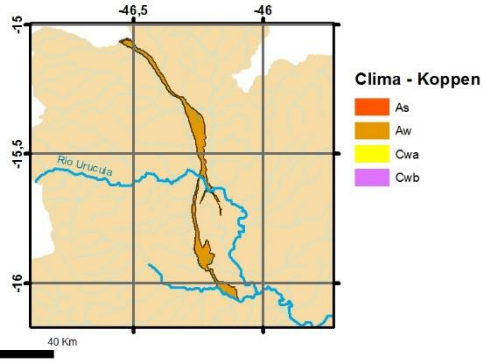


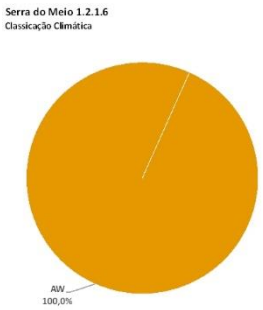
Trata-se de uma serra delimitada pelo padrão de relevo "Domínio Montanhoso". Apresenta nas áreas mais altas o padrão "Chapadas e Platôs". O clima é Aw em toda sua extensão e as fitofisionomias do cerrado predominam em 93,11% dos remanescentes de vegetação natural, que por sua vez recobrem metade da ecorregião. Difere-se regionalmente pelo relevo montanhoso e pela ausência das veredas que são muito comuns em toda a região.

Altimetria

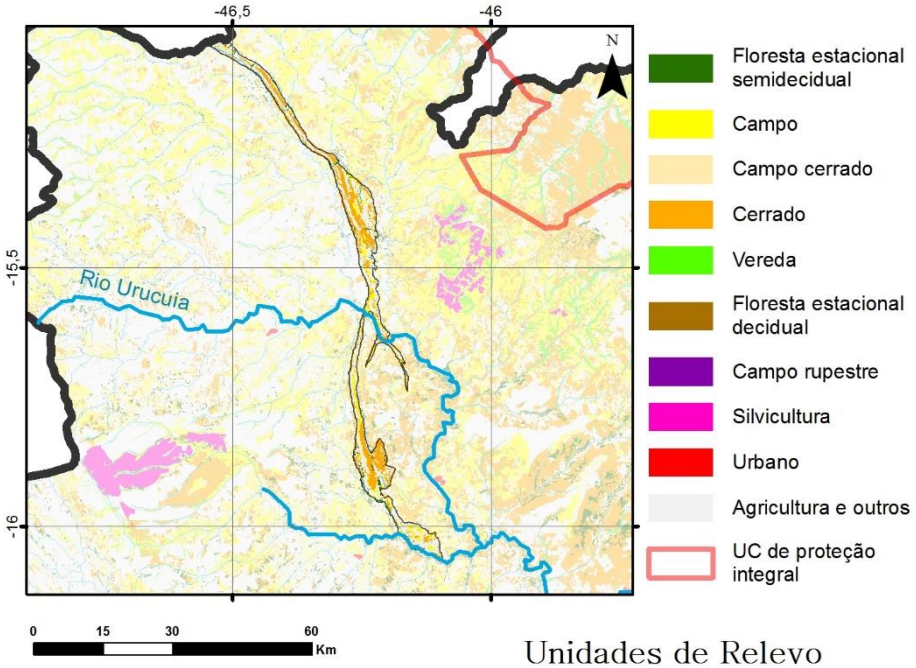


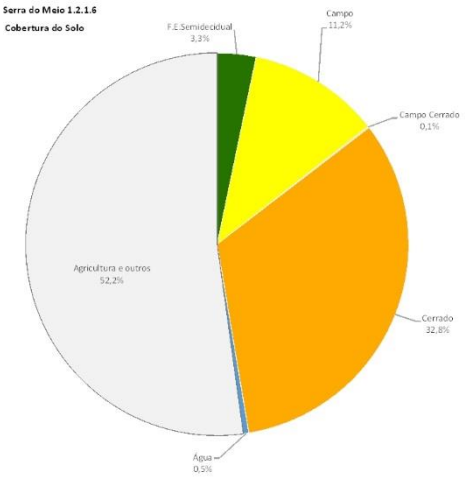
Clima



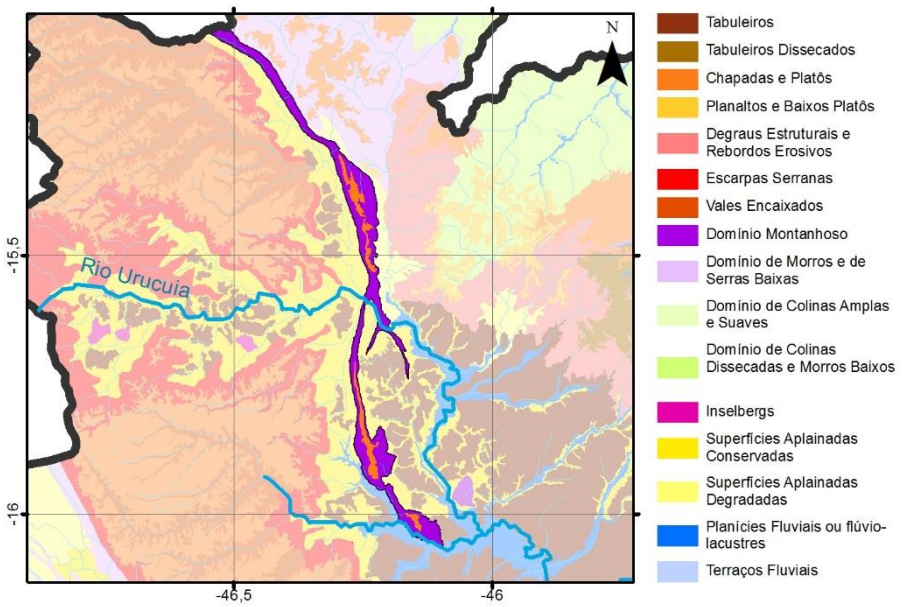


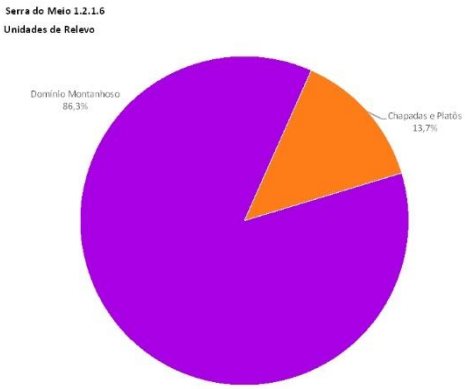
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



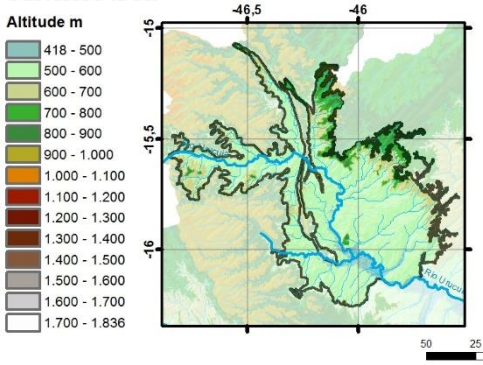


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

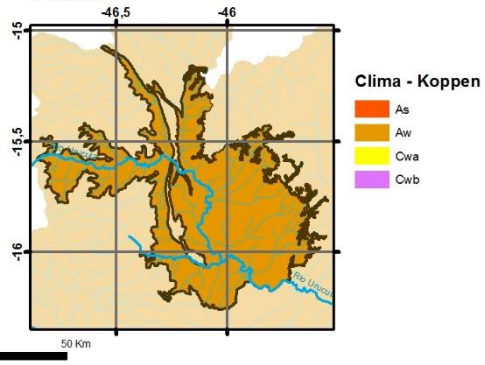
1.2.1.7 – Tabuleiros do Alto Urucuia

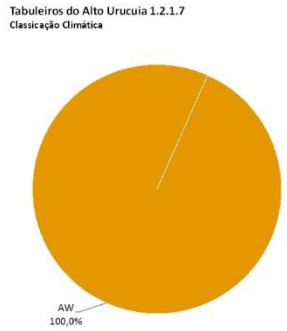
O limite leste da ecorregião é dado por um grande Degrau Estrutural/Rebordo Erosivo, que representa as áreas de maior altitude. Os demais limites são dados pelo agrupamento de Tabuleiros e Superfícies Aplainadas Conservadas que se alternam na paisagem. O clima é 100% "Aw". A vegetação natural ocupa 52% da área e predominam as fitofisionomias do cerrado, com destaque aos campos e ao cerrado *stricto sensu*.

Altimetria

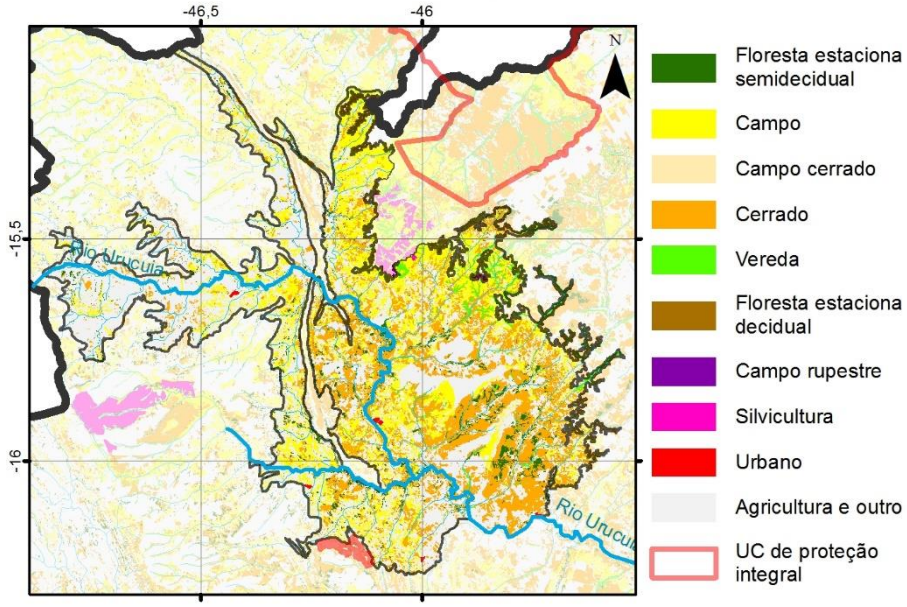


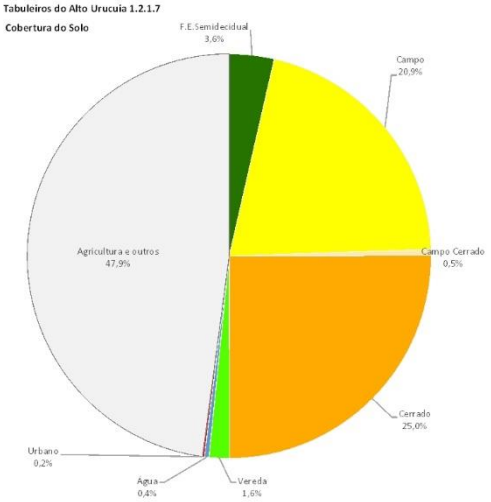
Clima



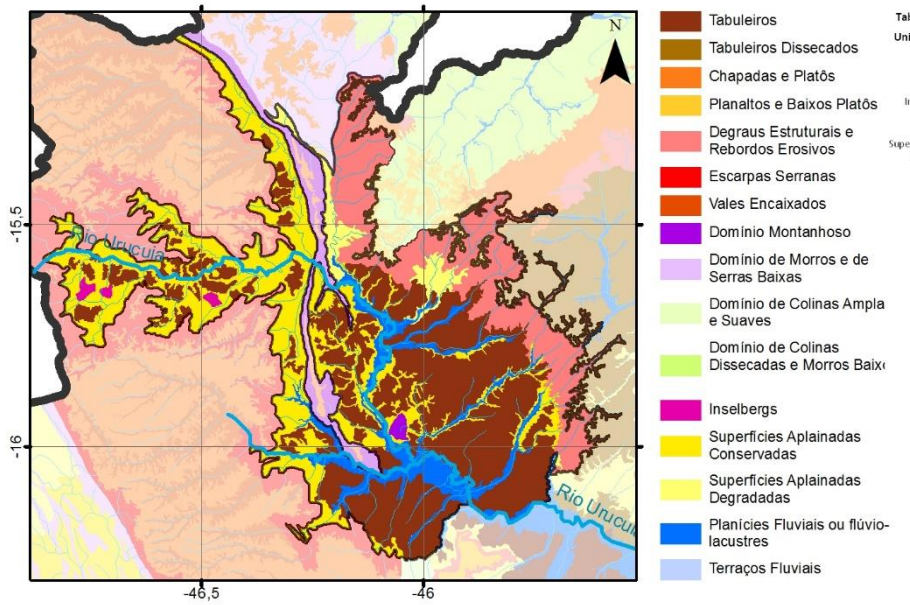


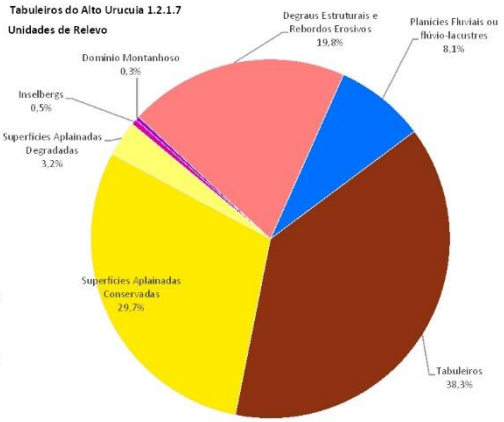
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





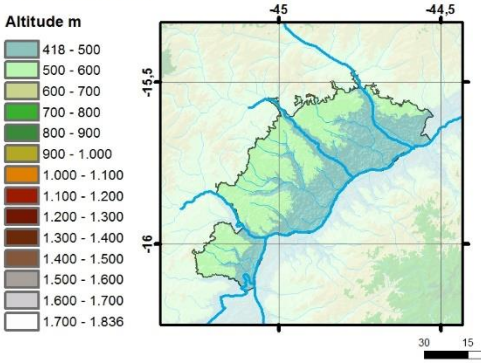
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.8 – Tabuleiros e Fozes dos Rios Pandeiros, Pardo, Acari e Urucuia

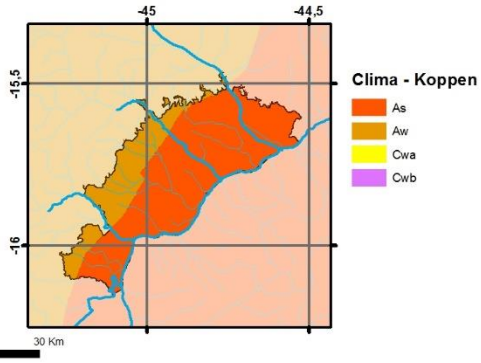


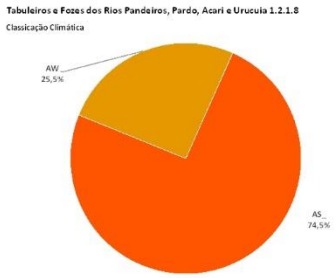
À leste o limite da ecorregião é dado pelo Rio São Francisco e no restante da ecorregião por Tabuleiros e Superfícies Aplainadas. O clima é "As" na maior parte da ecorregião (74,5%) e a vegetação é típica do Cerrado. Possui grande relevância ecológica, não só porque ainda apresenta quase 70% da cobertura do solo com vegetação natural como também por abrigar as fozes dos rios Pandeiros, Pardo, Acarí e Urucuia. Destaca-se que a foz do Rio Pandeiros forma um grande pântano que é considerado uma das mais importantes áreas de desova de peixes na bacia do rio São Francisco.

Altimetria

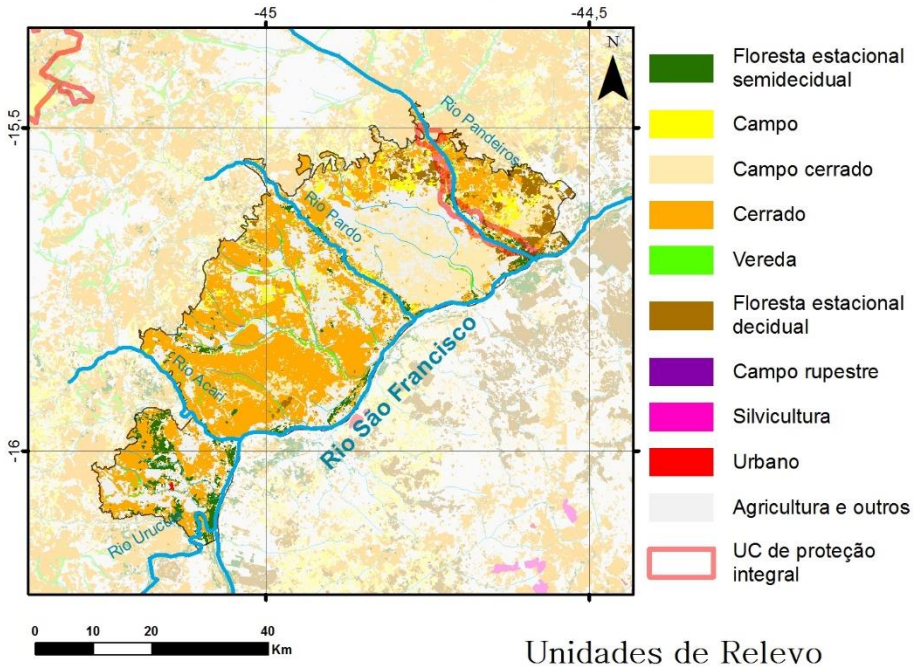


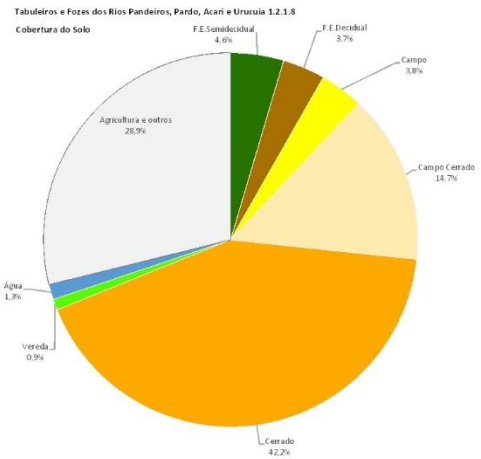
Clima



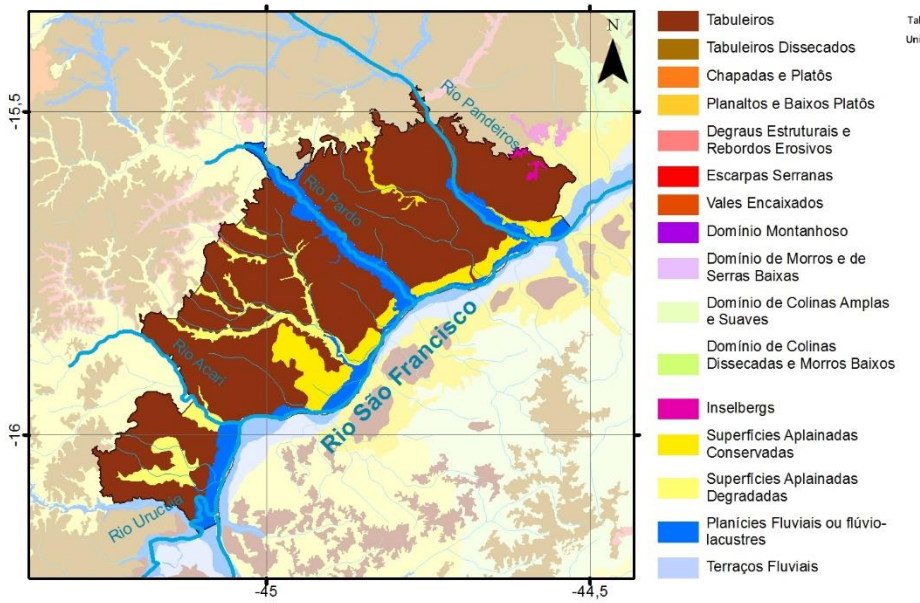


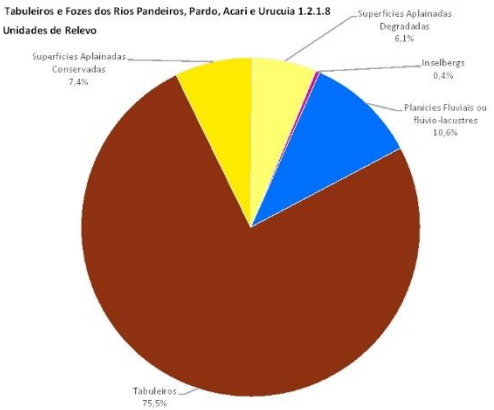
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





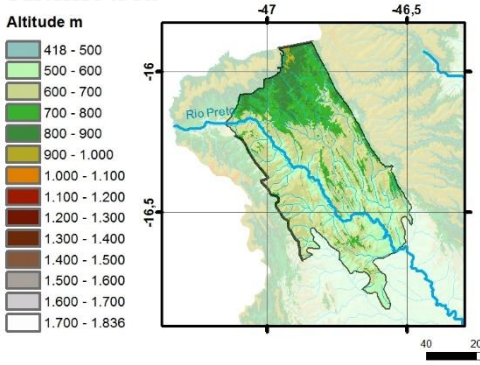
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.9 – Serras Calcáreas de Unaí

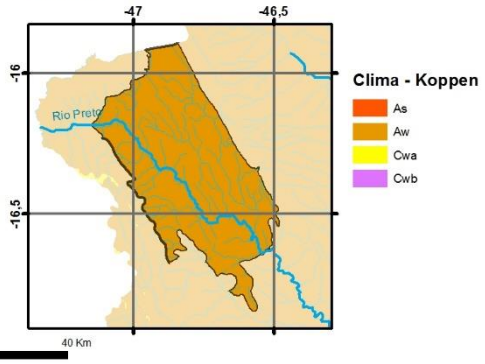


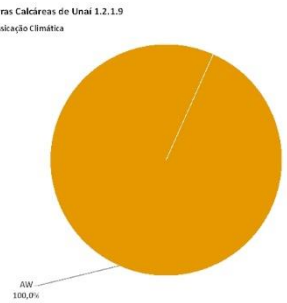
A ecorregião definida por superfícies aplainadas entrecortadas por serras calcárias, além de pequenas manchas com outros padrões de relevo de menor extensão. O clima é "Aw" em toda a extensão e a vegetação é típica do Cerrado. A vegetação natural é bastante escassa e ocupa apenas 28,81% da área total, estando mais concentradas nas áreas serranas onde a declividade é maior, limitando a expansão das atividades agrícolas.

Altimetria

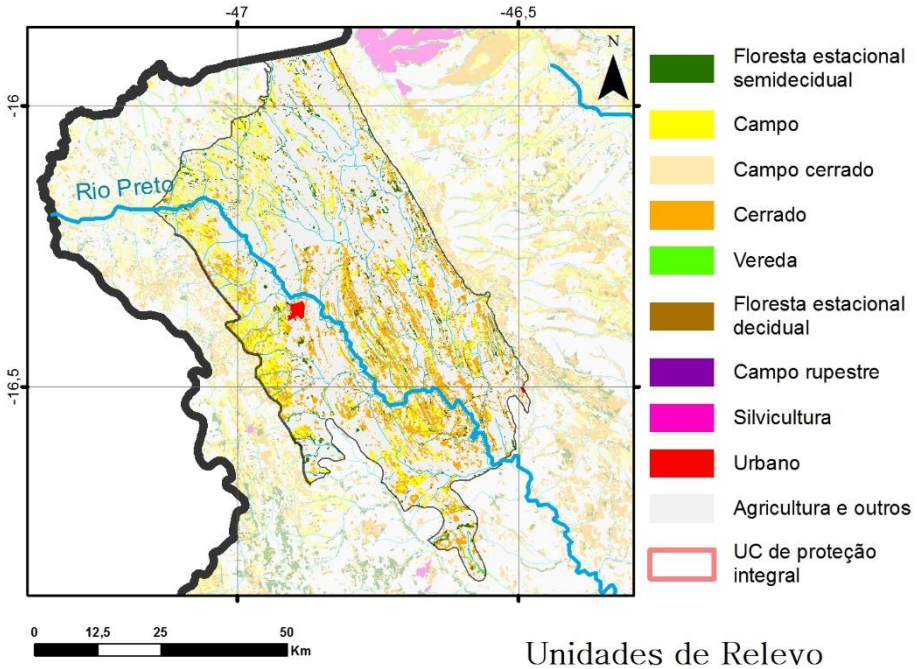


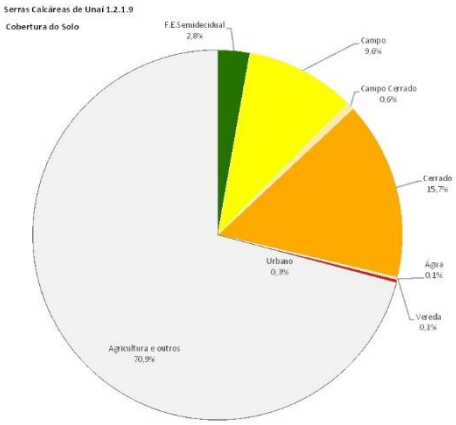
Clima



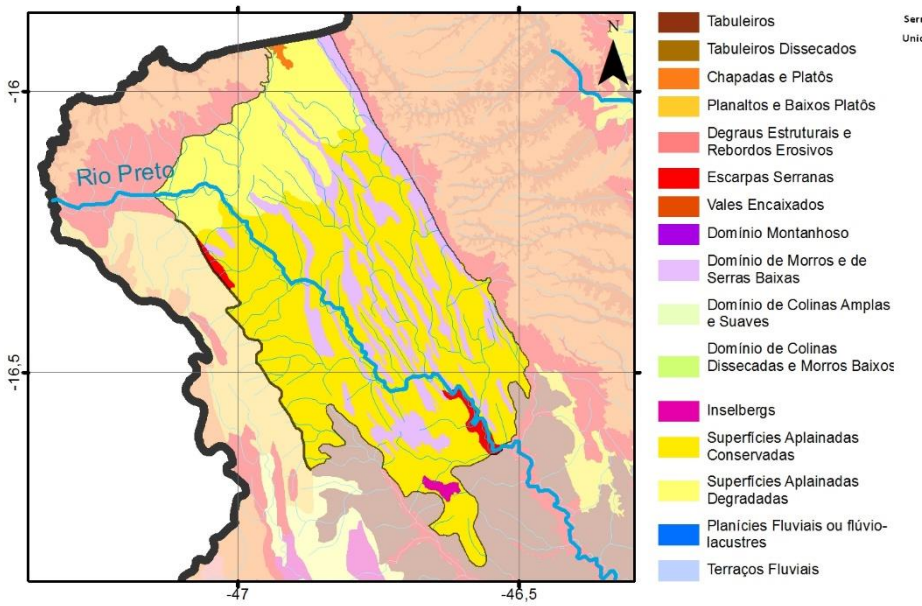


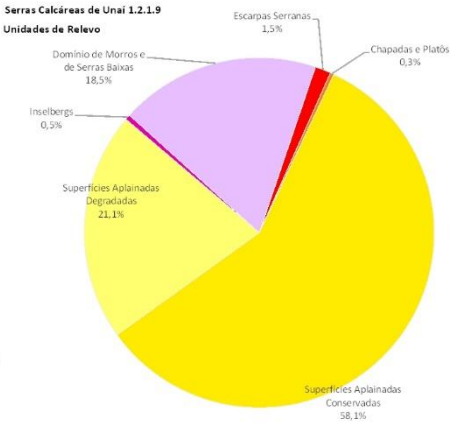
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



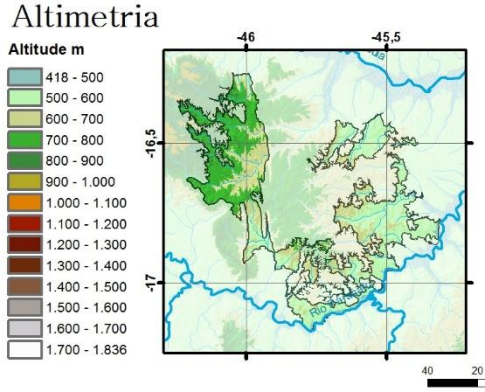


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

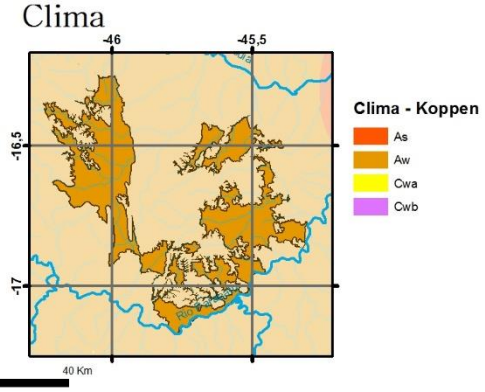
1.2.1.10 – Colinas do Urucuia/Paracatu

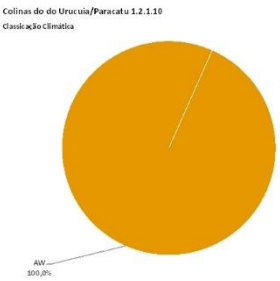
Os limites da ecorregião são definidos pelo padrão de relevo “Colinas Amplas e Suaves” que ocupam 97% da área total. Os outros 3% restantes são pequenas manchas de outros padrões de relevo próximos ao rio Paracatu. O clima é “Aw” em toda a extensão. A vegetação natural ocupa 52% da área total com fitofisionomias do Cerrado.

Altimetria

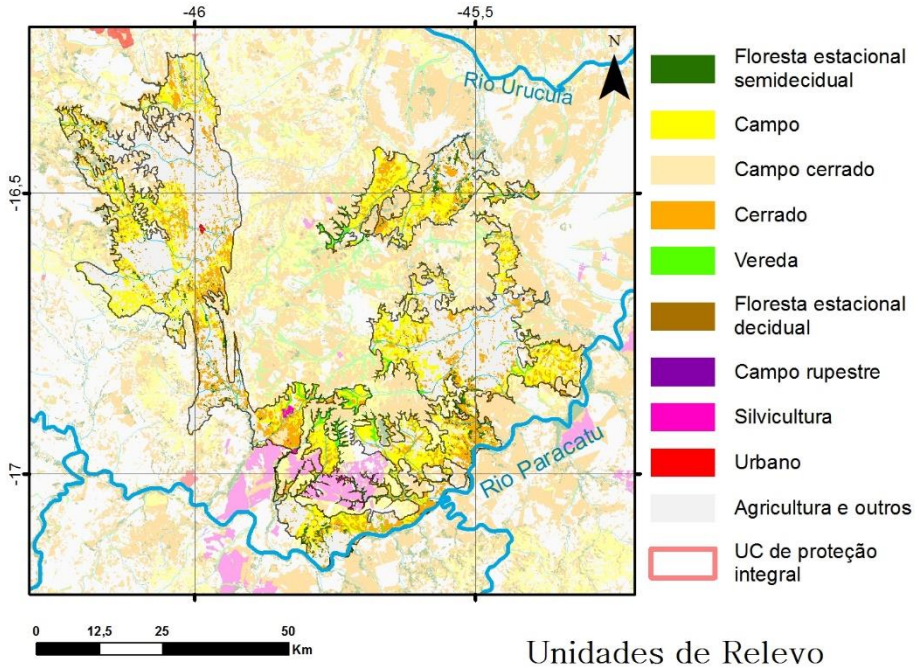


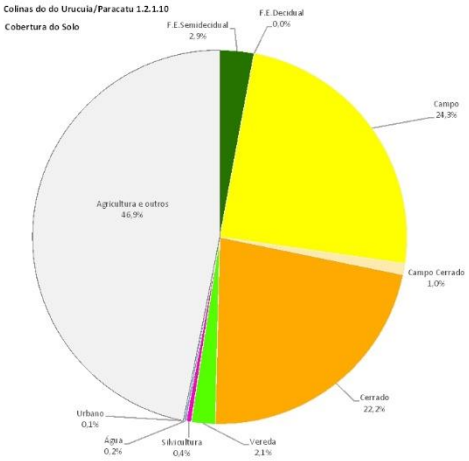
Clima



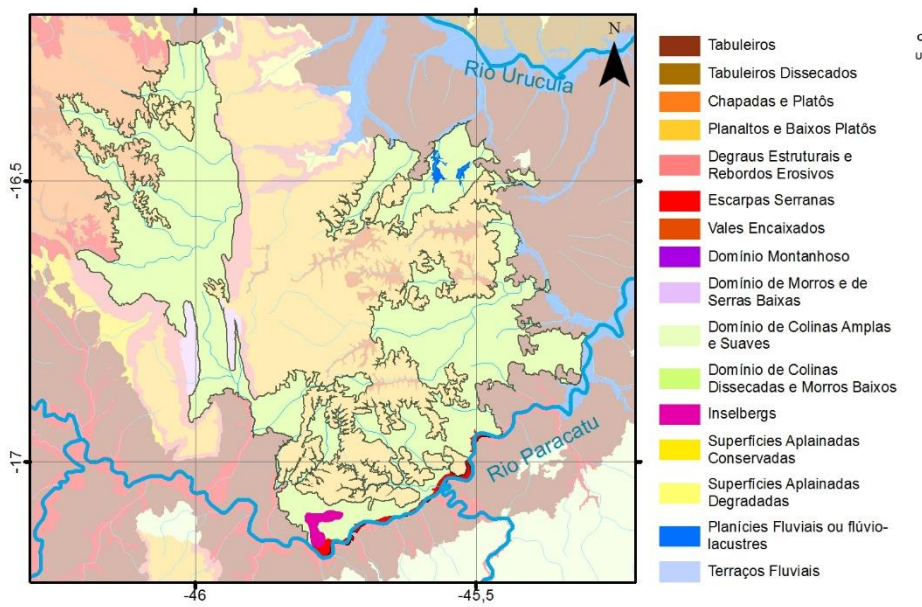


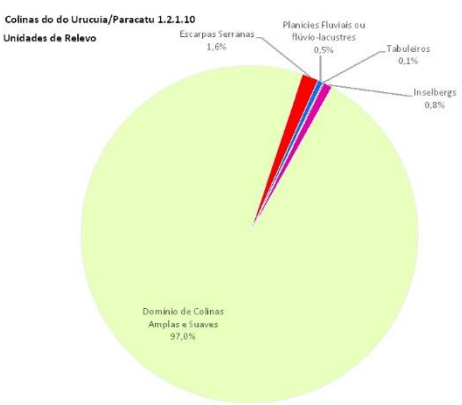
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





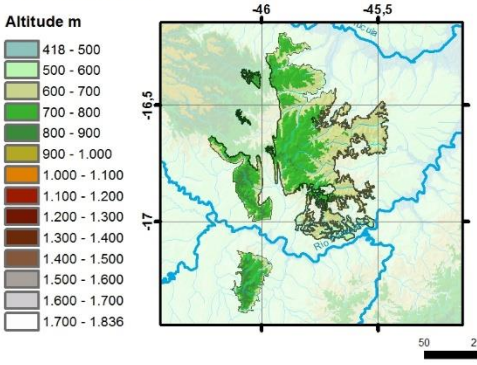
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.11 – Platôs do Urucuia/Paracatú

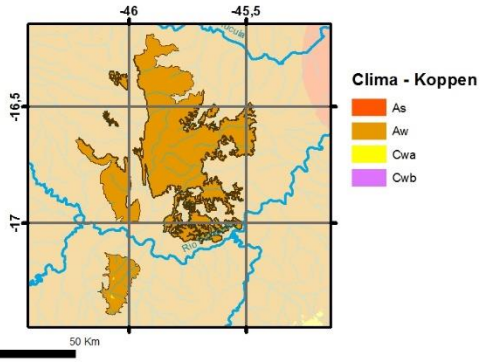


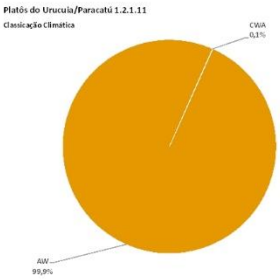
Ecorregião descontínua. Os limites são definidos pelo padrão de relevo "Platôs e Baixos Platôs" e por Terrenos acidentados (Degraus estruturais e rebordos erosivos, Domínio de morros e de serras baixas e Vales encaixados) que bordejam ou estão circundados pelos platôs. O clima é "Aw" em toda a extensão e a vegetação natural ainda ocupa cerca de 65% da área com grande predominância do cerrado censo estrito dos campos e veredas.

Altimetria

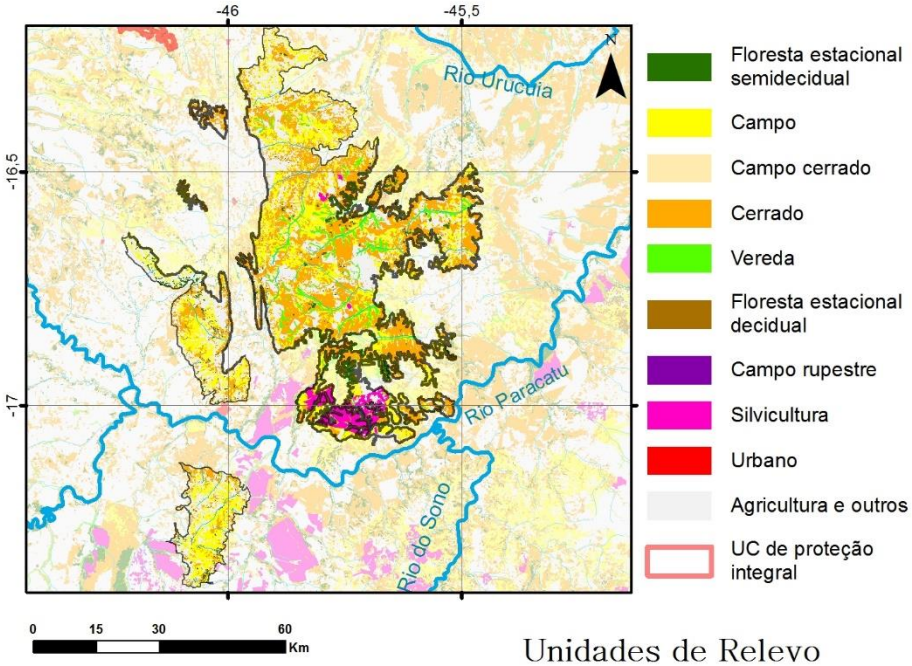


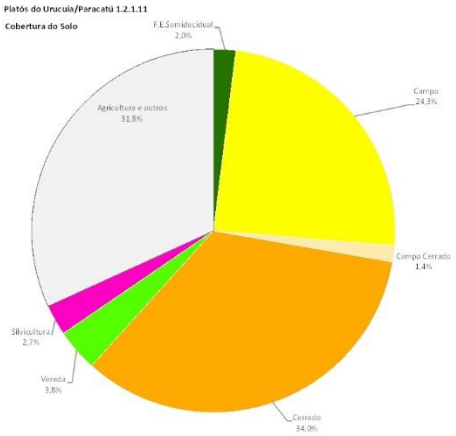
Clima



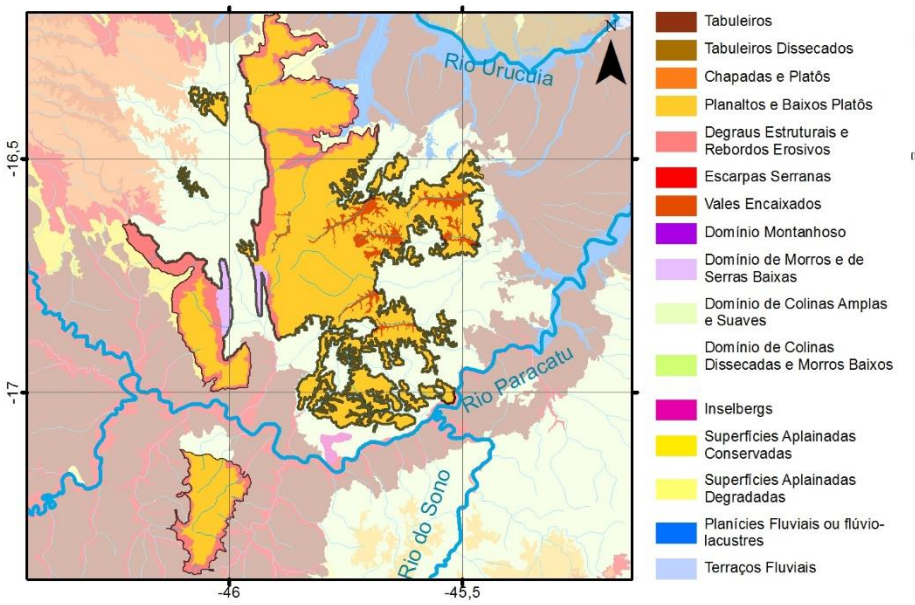


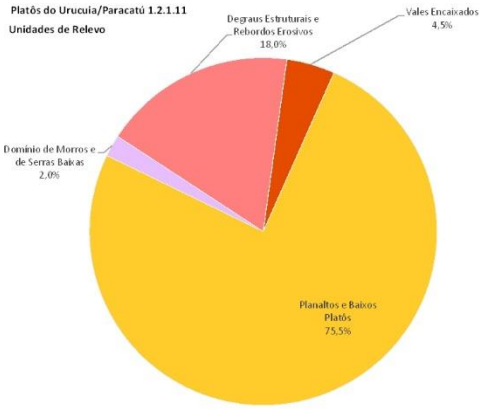
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



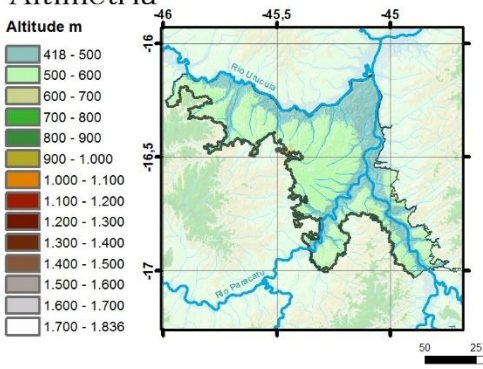


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

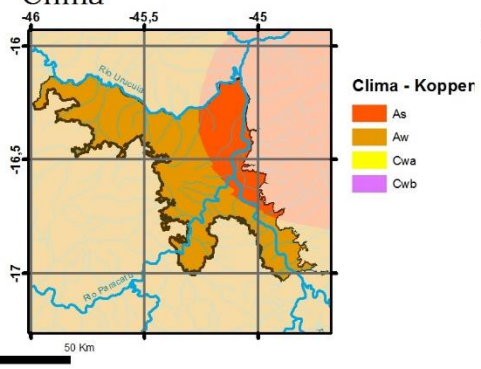
1.2.1.12 – Tabuleiros do Urucuia/Paracatu

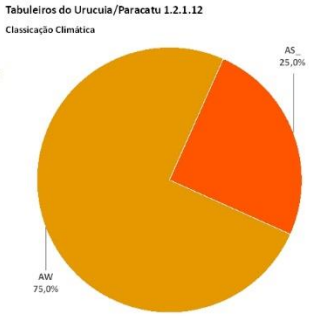
O limite norte é dado pelo rio Urucuia e o restante da área é definida pelo agrupamento de Tabuleiros com outros padrões de relevo que se apresentam em manchas menores no interior ou na borda da ecorregião. Destaca-se uma grande área relativa às planícies Fluviais dos rios Urucuia, Paracatu e São Francisco, ocupando cerca de 23% da área. No norte da ecorregião, próximo as fozes dos rios Urucuia e Paracatu, o clima é "As" e no restante da área "Aw". A vegetação é típica do cerrado e ocupa cerca de 53% da área total.

Altimetria

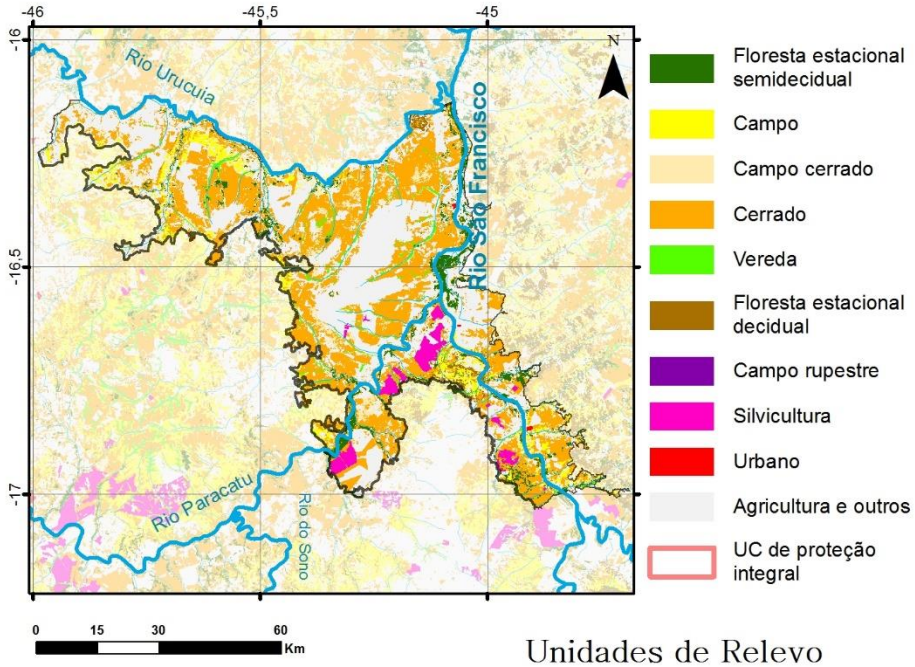


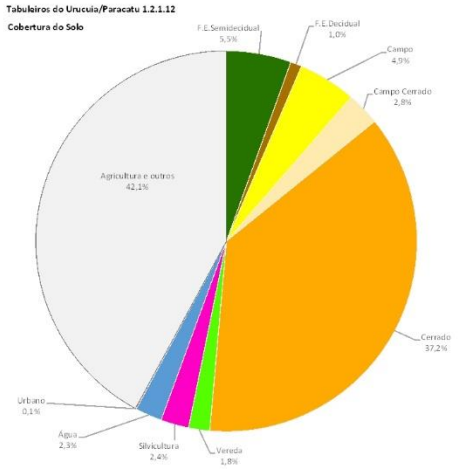
Clima



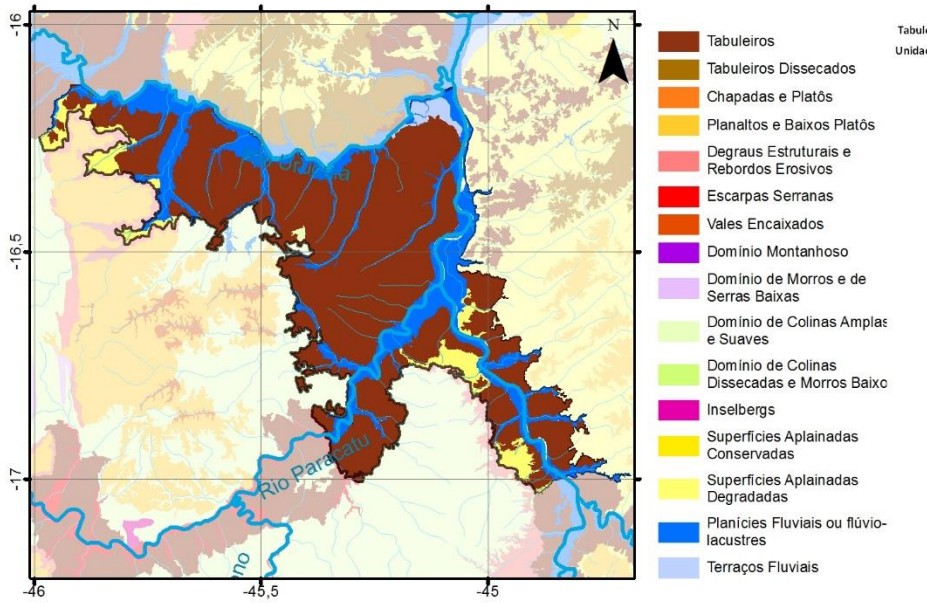


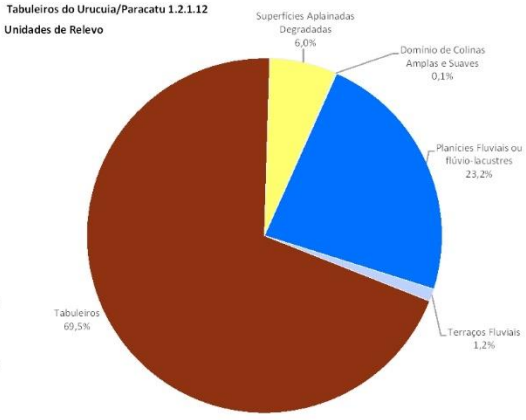
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



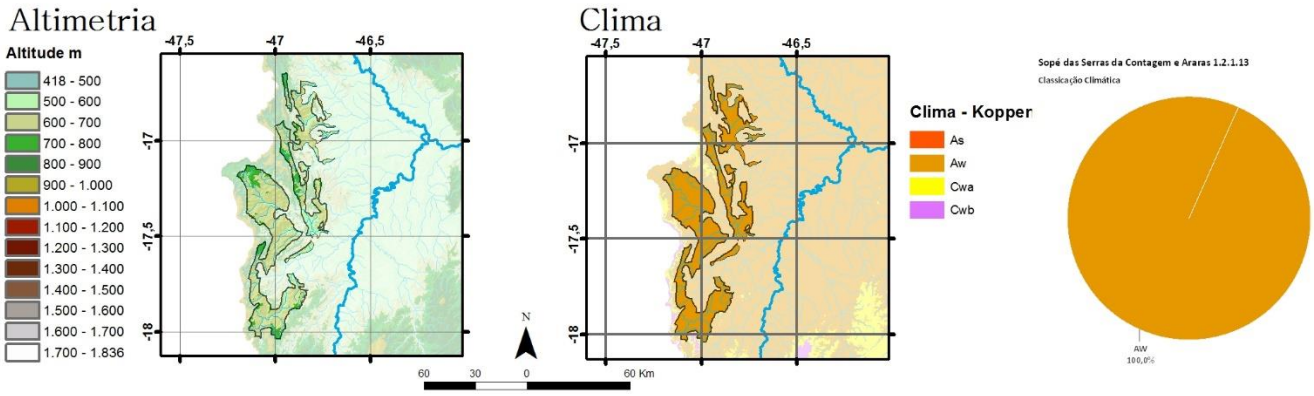


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

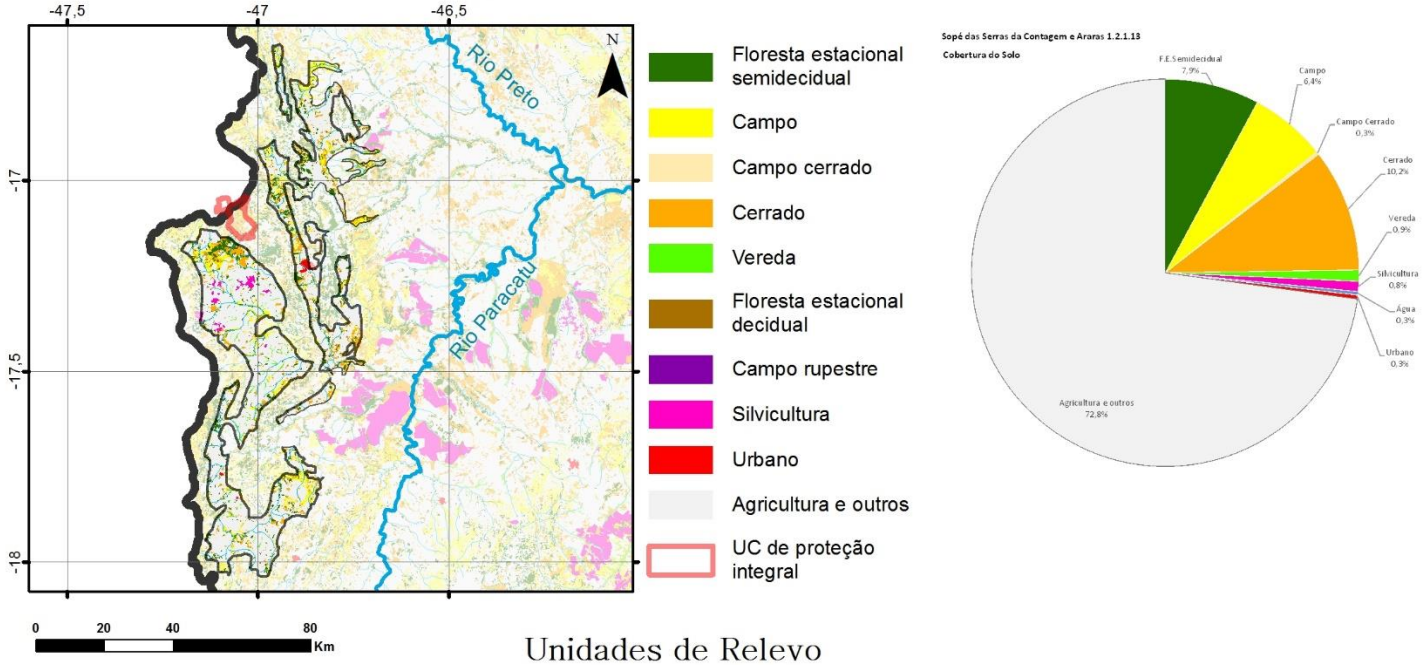
1.2.1.13 – Sopé das Serras da Contagem e Araras



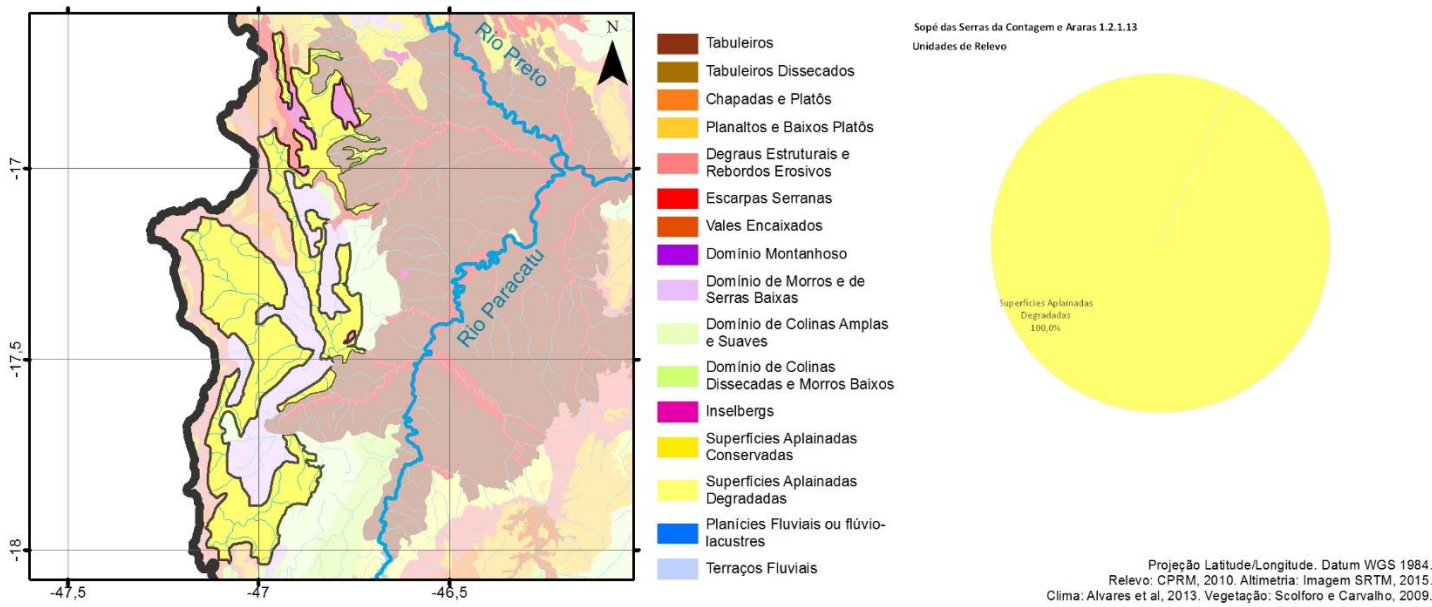
Os limites são dados pelo padrão de relevo “Superfícies Aplainadas Degradadas”, localizado no sopé das Serras da Contagem e Araras. O clima é “Aw” em toda a extensão e a vegetação natural ocupa apenas 25,7% da área total. Da vegetação natural que ainda resta, cerca de 70% são de fisionomias do cerrado, enquanto os outros 30% são relativos a Florestas Estacionais Semideciduais. Configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo

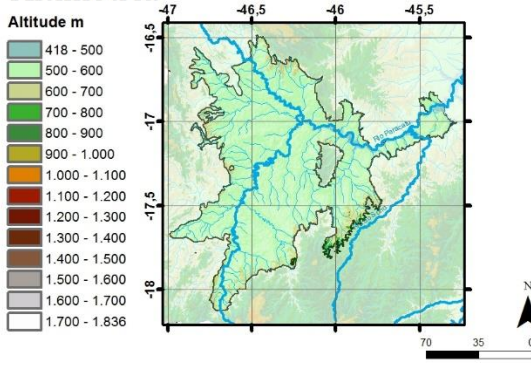


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

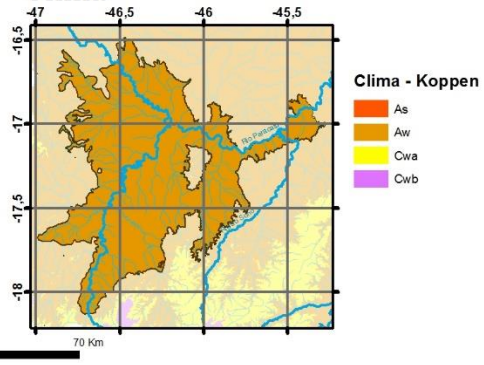
1.2.1.14 – Tabuleiros do Paracatu

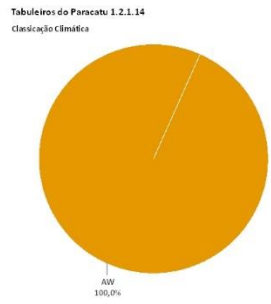
O limite é definido pelo agrupamento de Tabuleiros com outros padrões de relevo que se apresentam em manchas menores no interior ou na borda da ecorregião. O clima é "Aw" em toda a extensão e a vegetação natural ocupa apenas 27 % da área total. Da vegetação natural que ainda resta, cerca de 79% são de fisionomias do cerrado, enquanto que ou outros 21% são relativos a Florestas Estacionais Semideciduais. Configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

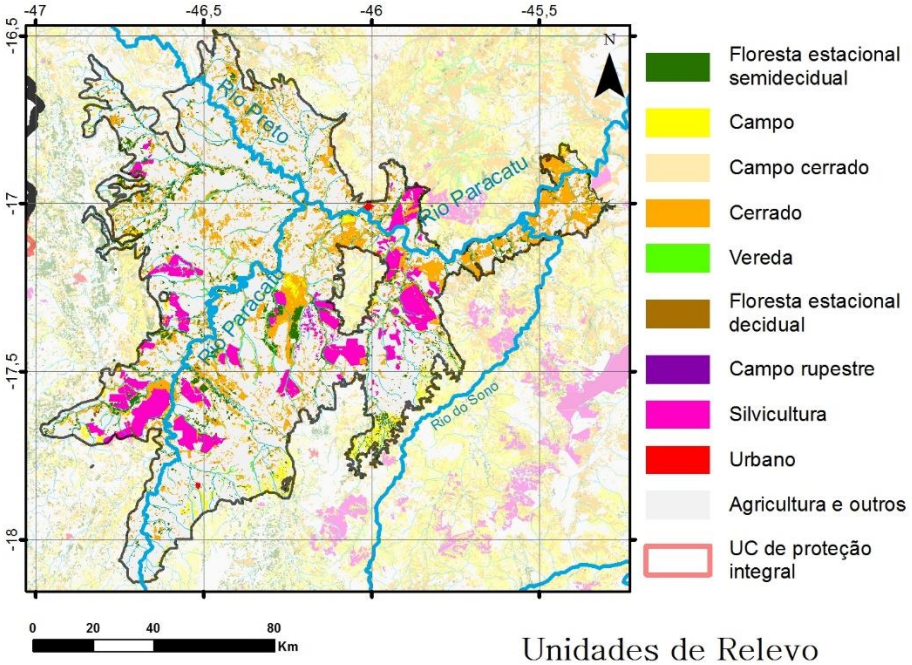


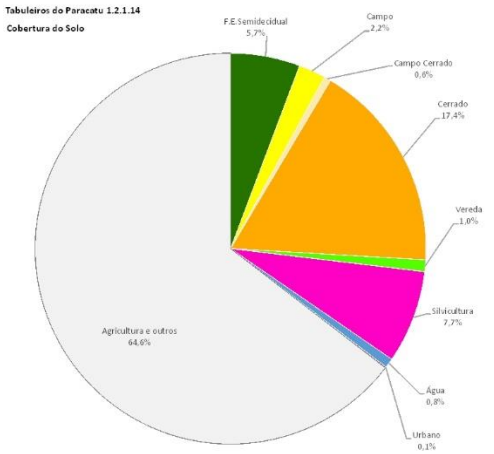
Clima



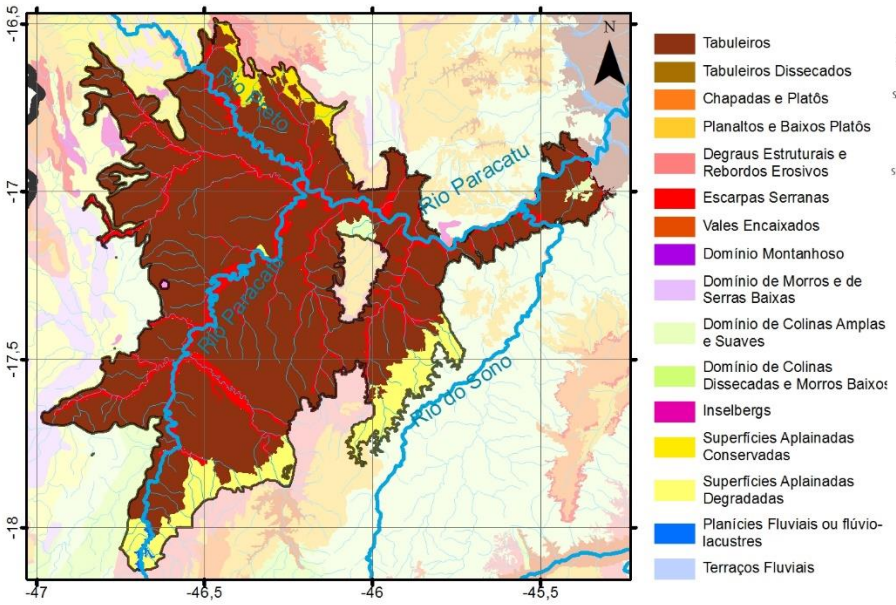


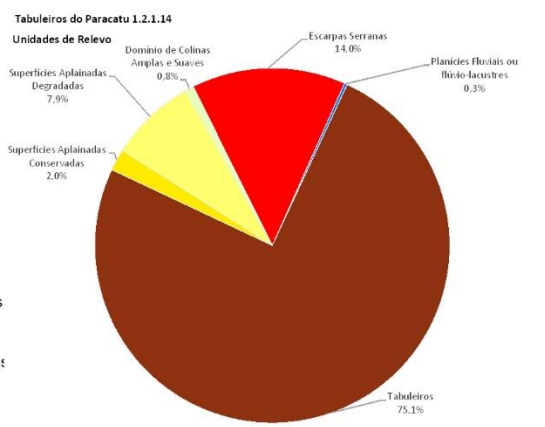
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



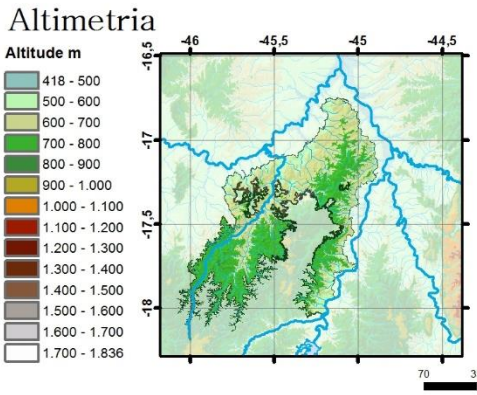


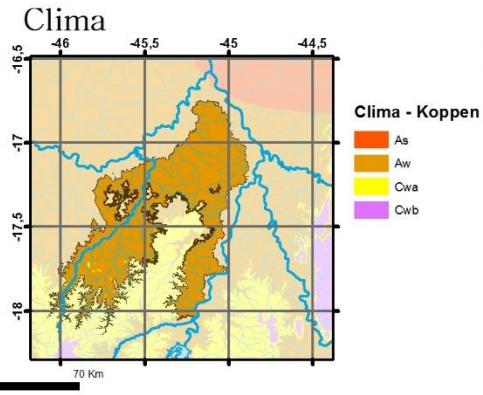
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

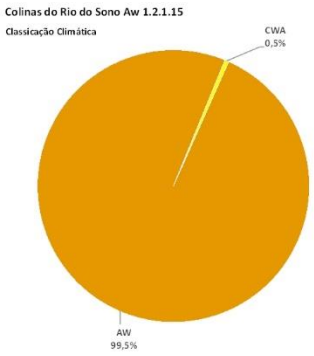
1.2.1.15 – Colinas do Rio do Sono Aw



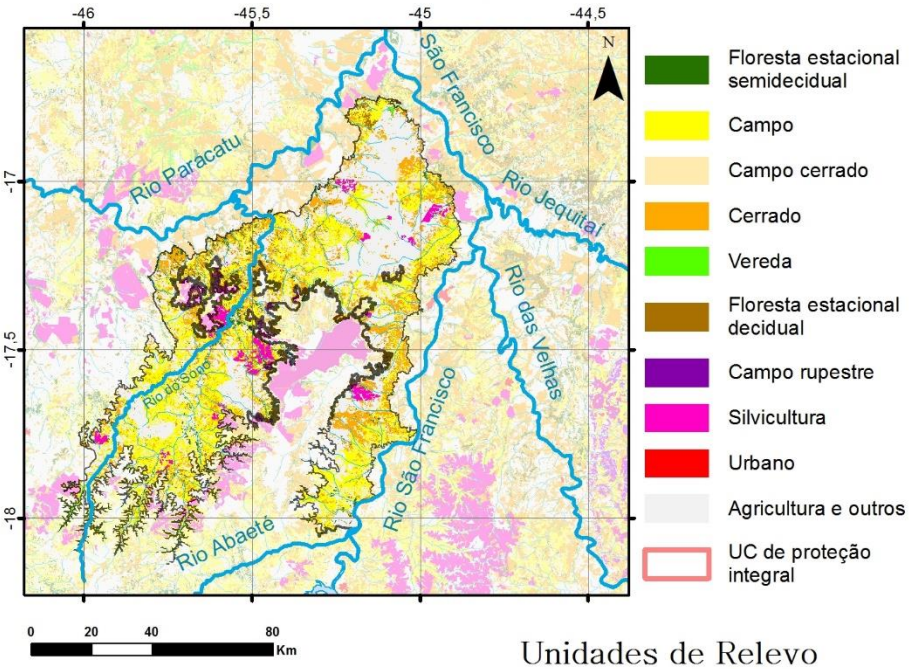
O limite leste é dado por um longa faixa do padrão de relevo “Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos” que bordejam as “Colinas Amplas e Suaves” que definem o restante da área. O clima é “Aw” em praticamente toda a ecorregião e as fitofisionomias típicas do Cerrado predominam na vegetação natural que ainda ocupa cerca de 53% da área total.

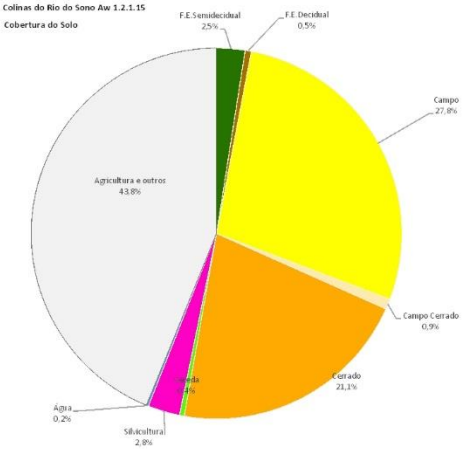




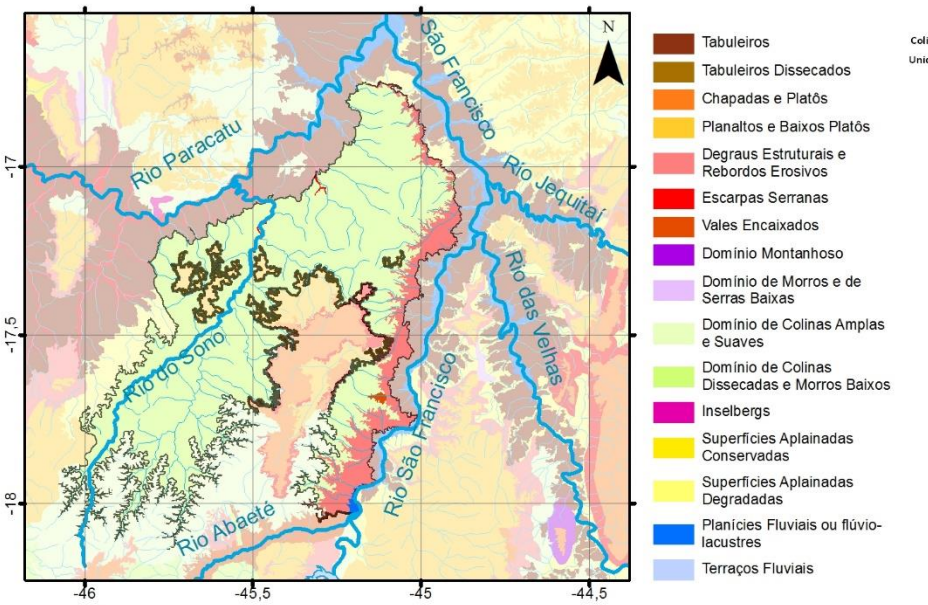


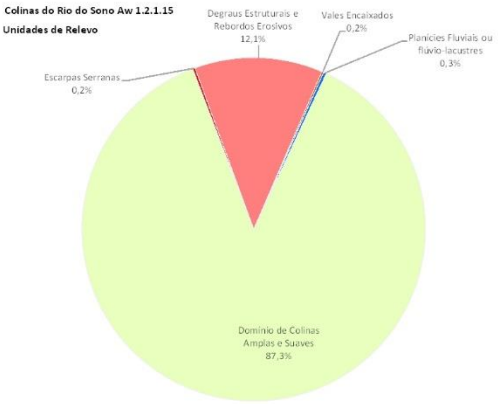
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



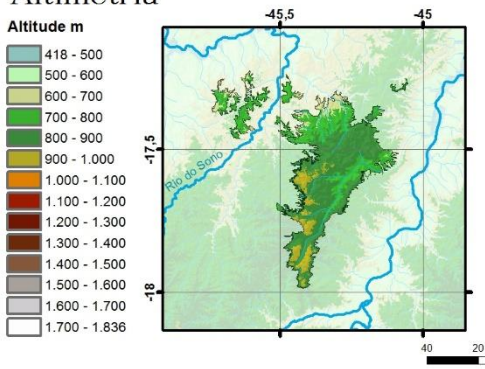


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

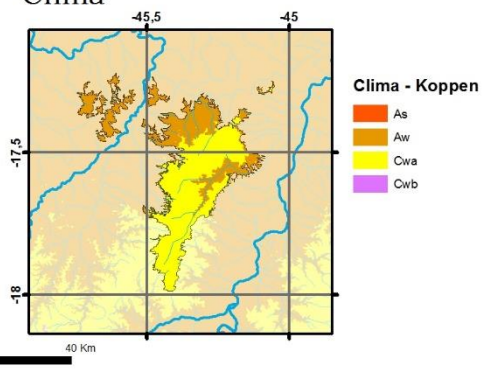
1.2.1.16 – Chapadão dos Gerais

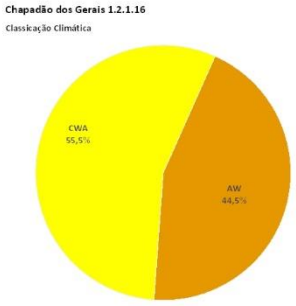
Ecorregião formada pela união de Terrenos planos elevados (Chapadas e Platôs e Planaltos e Baixos Platôs) o os acidentados (Escarpas Serranas) que o bordejam. As atividades agrícolas e a silvicultura ocupam mais de 70% da área, restando menos de 30% da vegetação natural típica do Cerrado. O clima divide-se em "Aw" e Cwa.

Altimetria

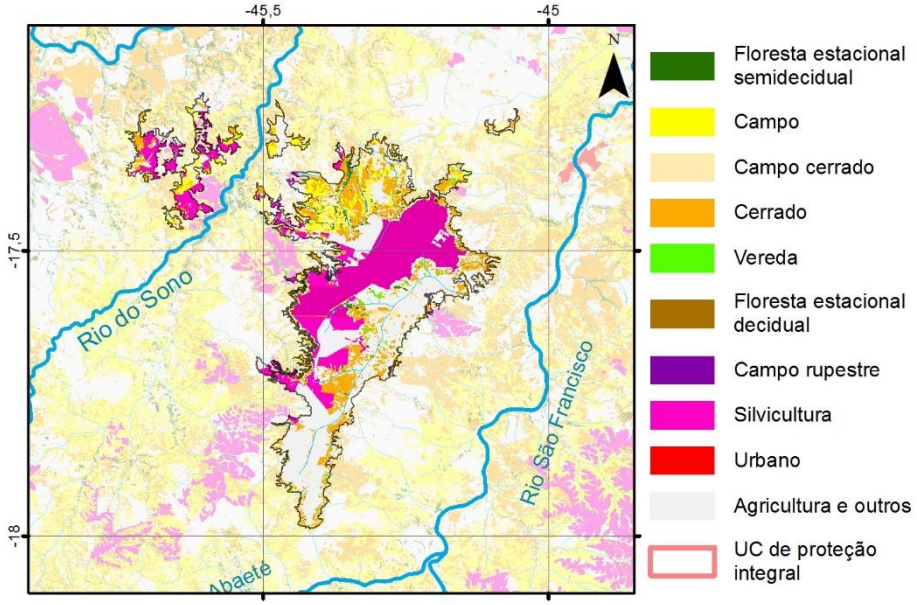


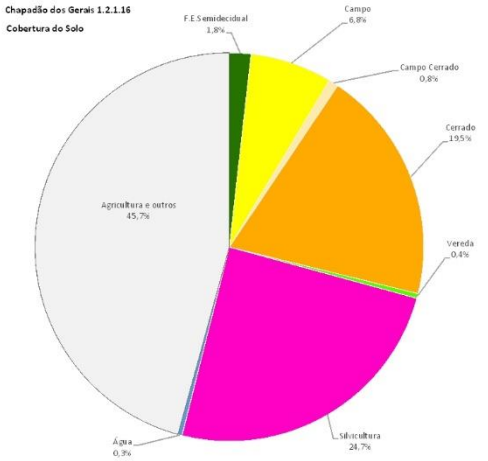
Clima



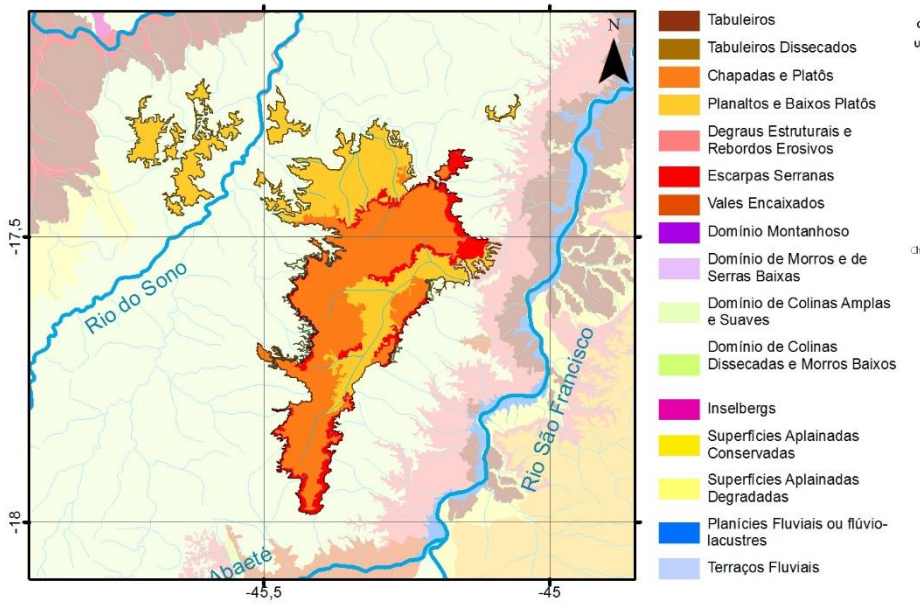


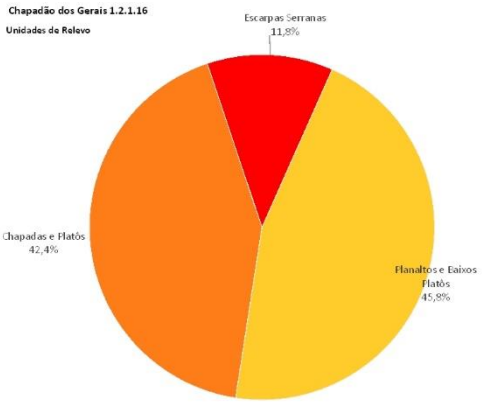
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





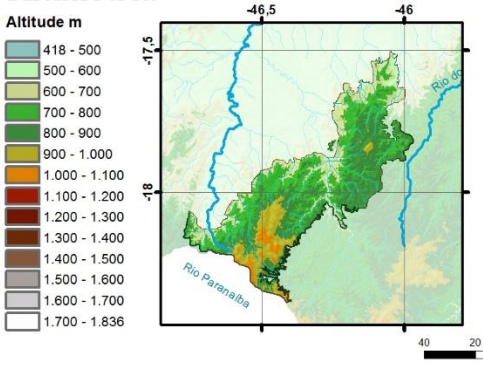
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.17 – Platôs de Ponte Firme

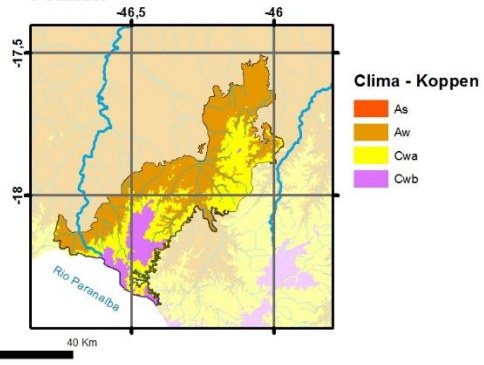


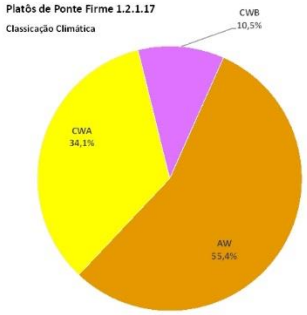
Limite definido pela junção união de Terrenos planos elevados (Chapadas e Platôs e Planaltos e Baixos Platôs) o os acidentados (Vales encaixados, Degraus estruturais e rebordos erosivos) que os bordejam ou recortam. Nas áreas mais baixas o clima é "Aw", mas à medida que se sobe passa por "Cwa" até "Cwb". As atividades agrícolas predominam em mais de 65% da área e resta pouco mais de 30% da vegetação natural da qual cerca de 80% são de fitofisionomias típicas do Cerrado e 20% de Florestas Estacionais Semideciduais. Configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

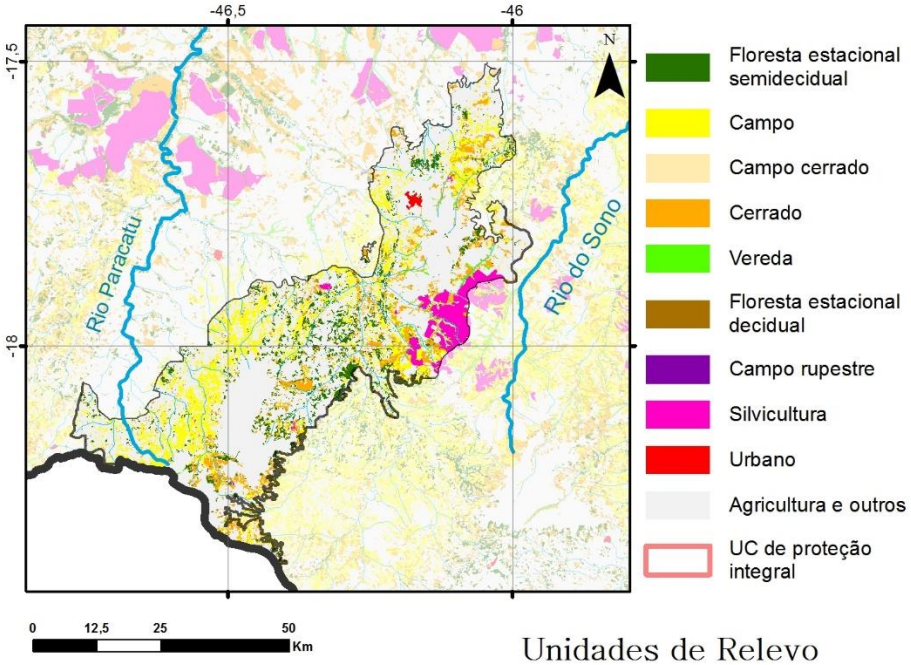


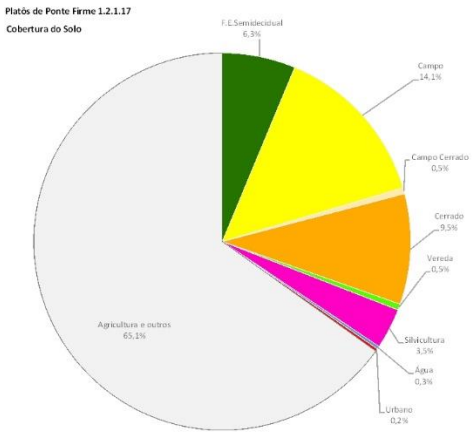
Clima



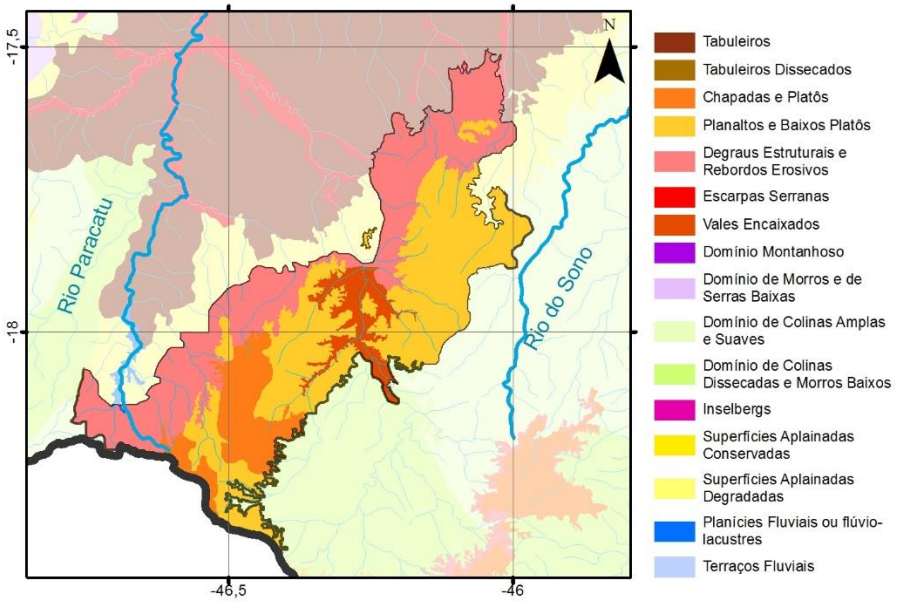


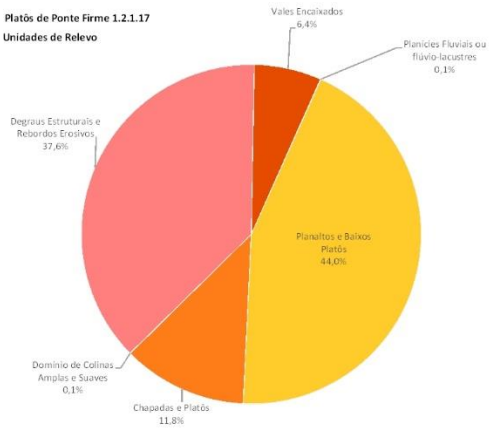
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





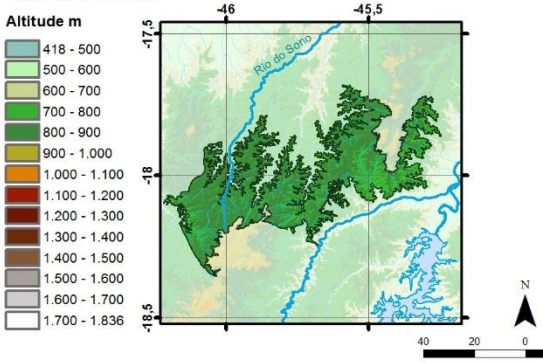
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.1.18 – Colinas do Rio do Sono Cwa

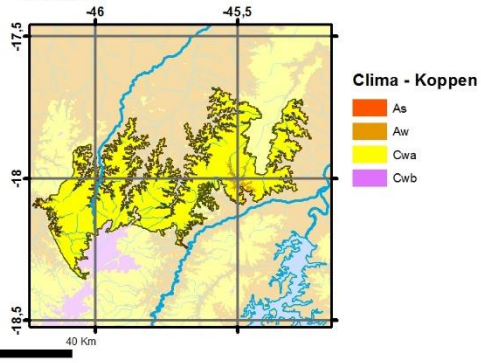


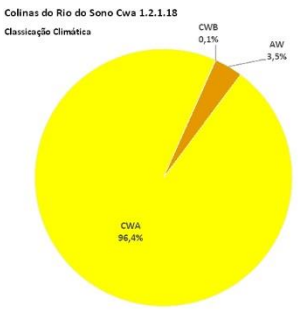
O limite norte é dado pela divisão climática entre os climas “Aw” e “Cwa” e o restante da ecorregião é definida pelo padrão de relevo “Colinas Amplas e Suaves”. O clima Cwa predomina em praticamente toda a ecorregião, com exceção de uma pequena mancha em sua parte sudeste, onde as cotas altimétricas são um pouco menores. A vegetação nativa remanescente ocupa cerca de 46% da área total e é típica do Cerrado.

Altimetria

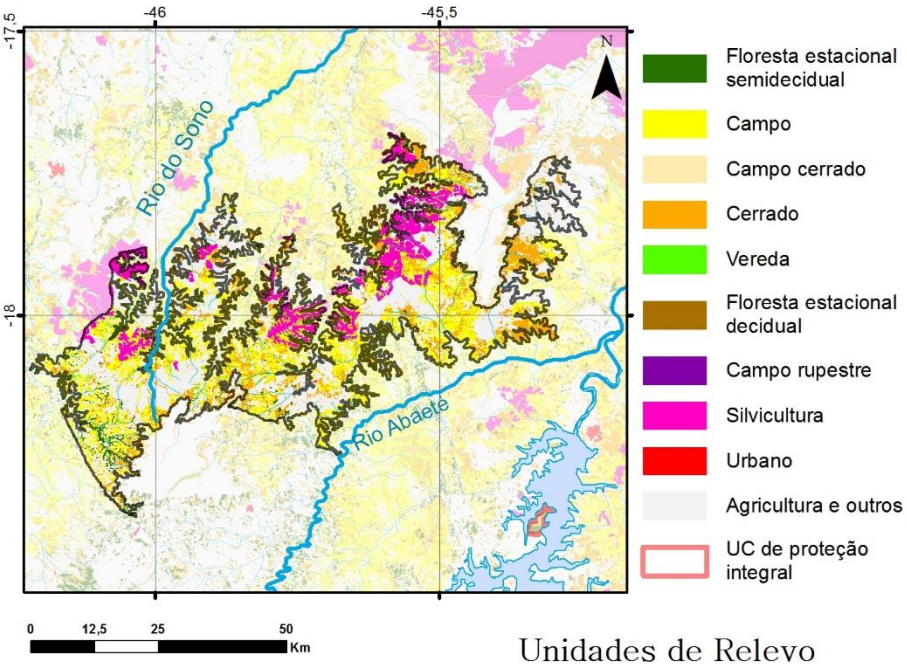


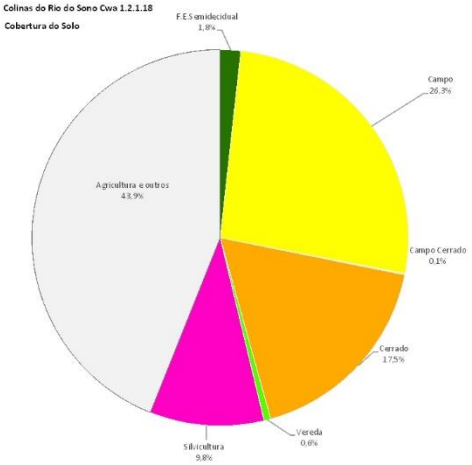
Clima



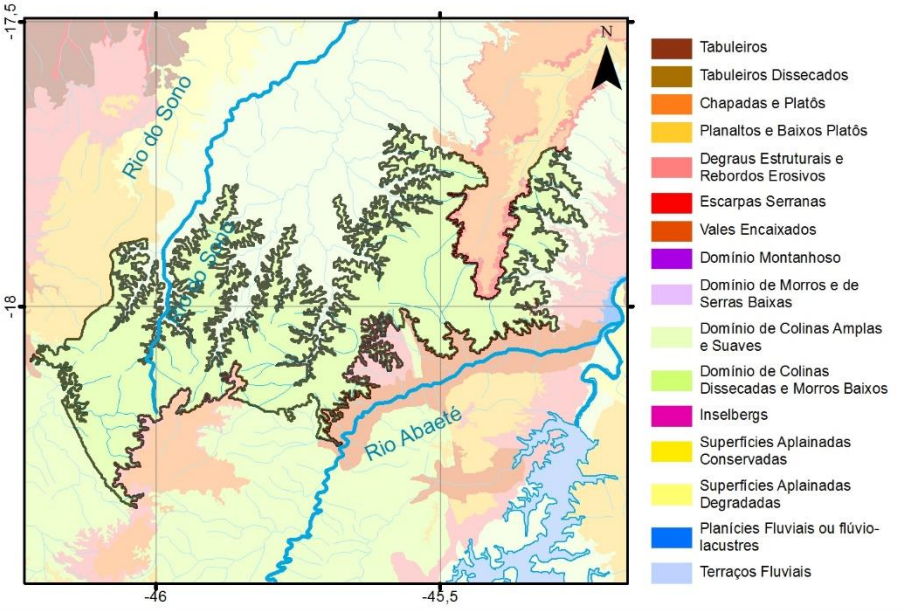


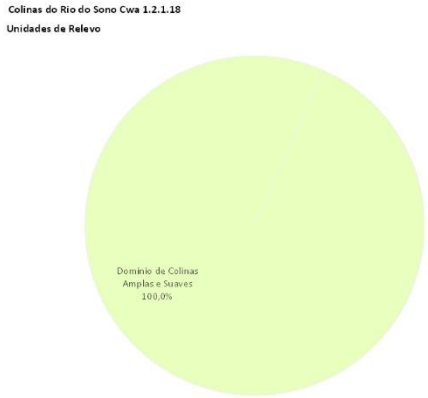
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



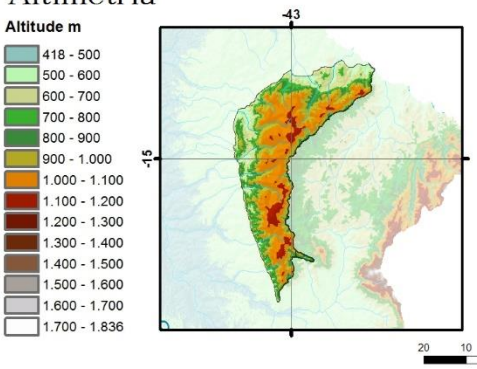


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

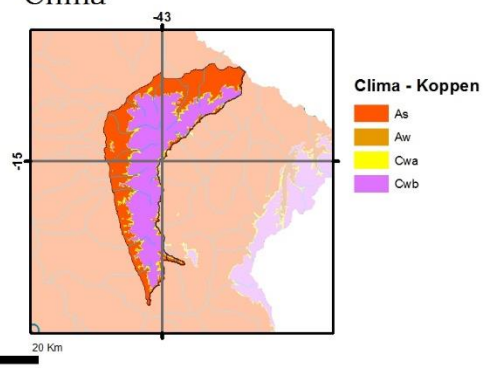
1.2.2.1 – Serra Central – Caminho dos Gerais

Os limites da ecorregião são definidos pelo padrão de relevo “Planaltos e Baixos Platôs”, além das “Escarpas Serranas” que o bordejam e ocupam a maior parte da Ecorregião. Os limites são muito próximos aos do Parque Estadual Caminho dos Gerais, estando a ecorregião, portanto, bem protegida. Isto se reflete no percentual de vegetação natural, que chega a mais de 82%, sendo a ecorregião Nível IV com o maior percentual de vegetação natural. Desses remanescentes 62,48% são de fitofisionomias típicas do Cerrado e 34,52% de Florestas Estacionais Deciduais, configurando-se claramente como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga. No Platô localizado na parte mais alta o clima é Cwb, já nas Escarpas Serranas é As.

Altimetria

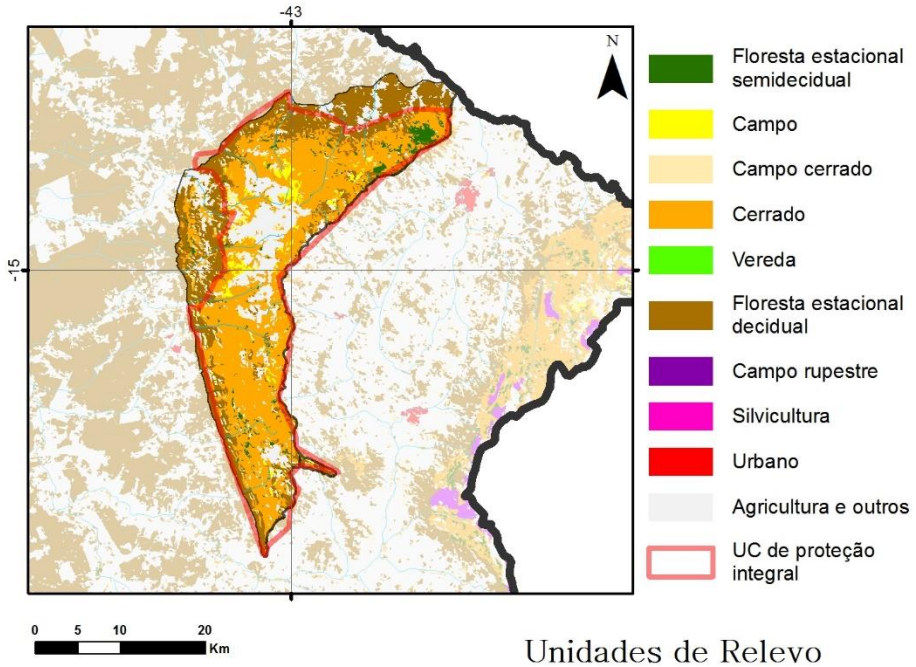


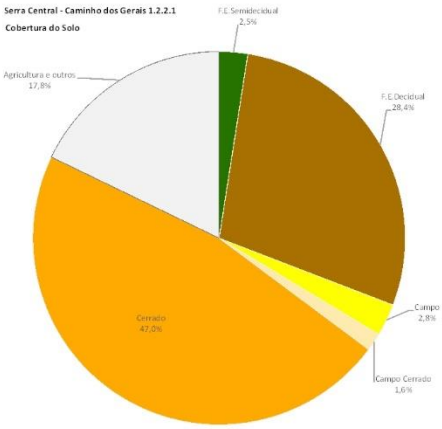
Clima



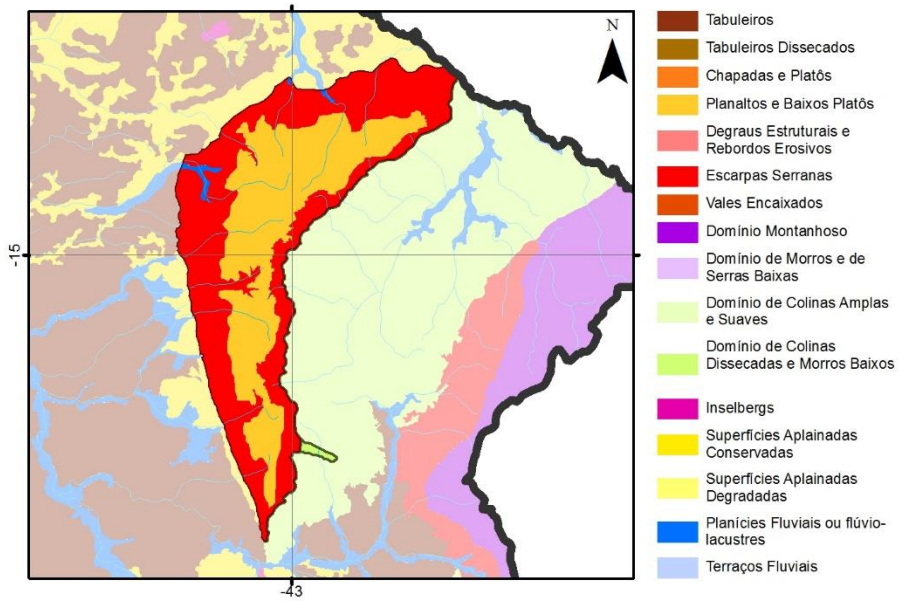


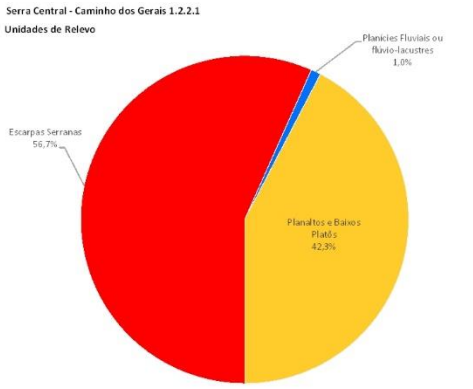
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



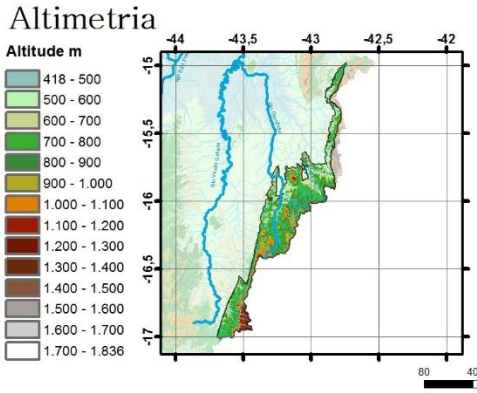


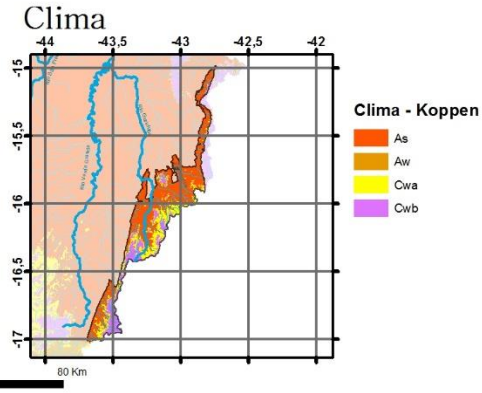
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

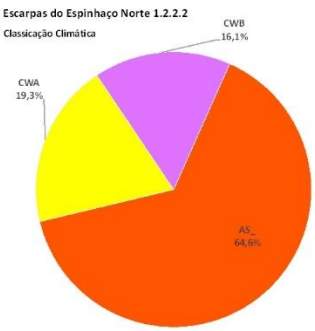
1.2.2.2 – Escarpas do Espinhaço Norte



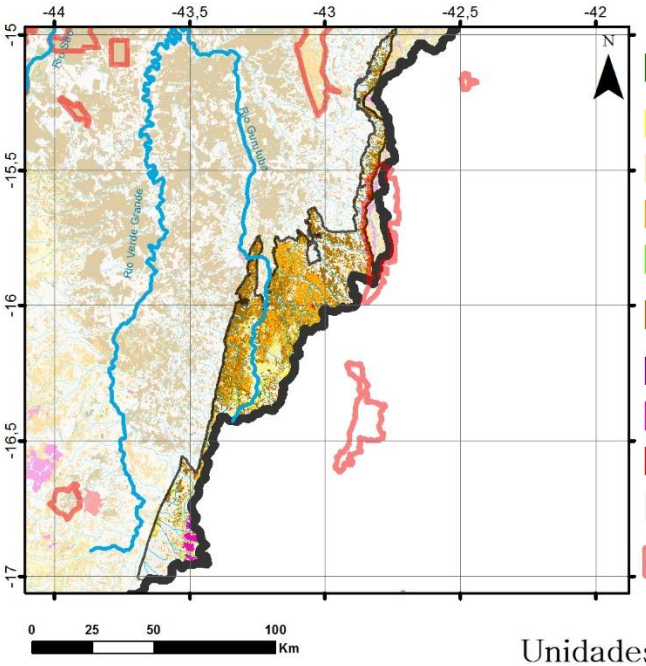
A ecorregião é formada por um conjunto de diferentes padrões de relevo localizados nas encostas da Serra do Espinhaço. Predominam terrenos acidentados (Domínio montanhoso, Escarpas serranas, Domínio de morros e de serras baixas) que envolvem algumas partes colinosas ou de Terrenos planos elevados (Planaltos e baixos platôs /Chapadas e platôs). Esse conjunto se difere regionalmente das ecorregiões circundantes e é caracterizado pela diversidade geológica e geomorfológica. O clima é "As" nas menores cotas altimétricas, "Cwa" nas cotas intermediárias e "Cwb" nas áreas de maior altitude. A vegetação natural cobre quase 60% da ecorregião e também é bastante diversificada, com as fitofisionomias do Cerrado ocupando 51,5% dos remanescente de vegetação natural e as Florestas Estacionais Deciduais ocupando 46,75%, configurando-se claramente como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga.



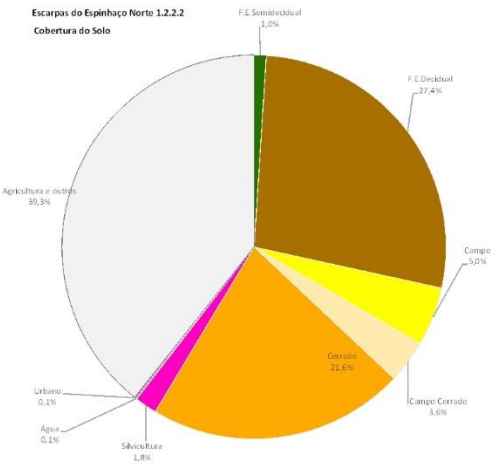




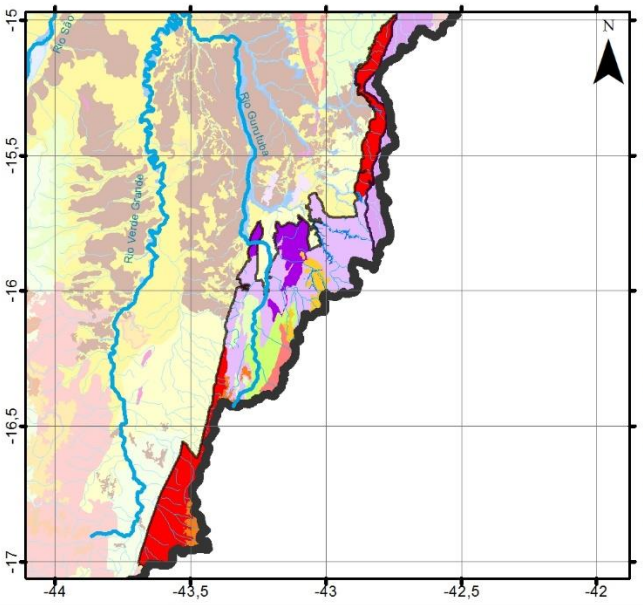
Vegetação / Cobertura do Solo



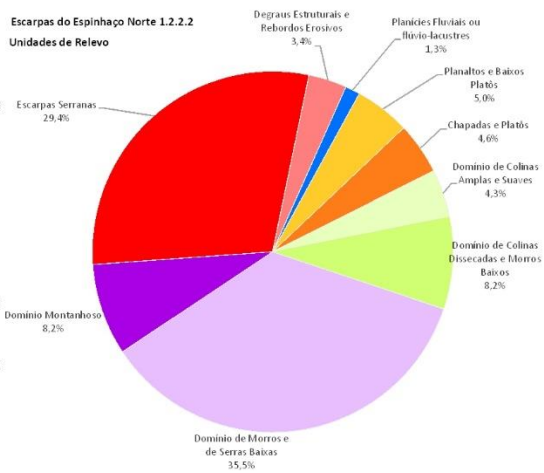




Unidades de Relevo





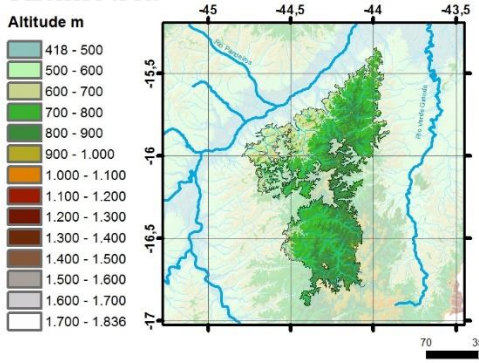


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

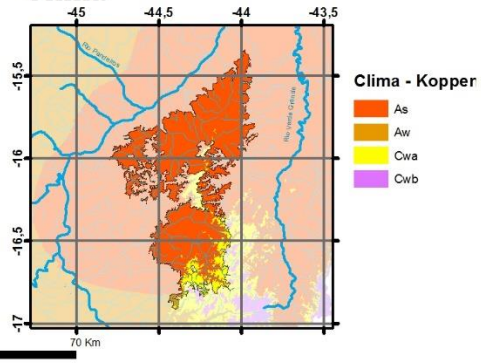
1.2.2.3 – Colinas do Médio São Francisco

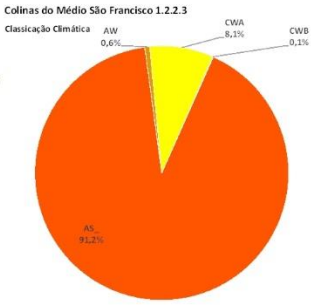
Ecorregião definida pelos padrões de relevo colonisos. Clima “As” em 91% da área total da ecorregião e “Cwa” nas cotas altimétricas mais altas. A vegetação natural cobre 54% da ecorregião. É uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga, sendo que as Florestas Estacionais Deciduais ocupam quase 30% dos remanescentes de vegetação natural, prevalecendo, sobretudo nas bordas norte da ecorregião.

Altimetria

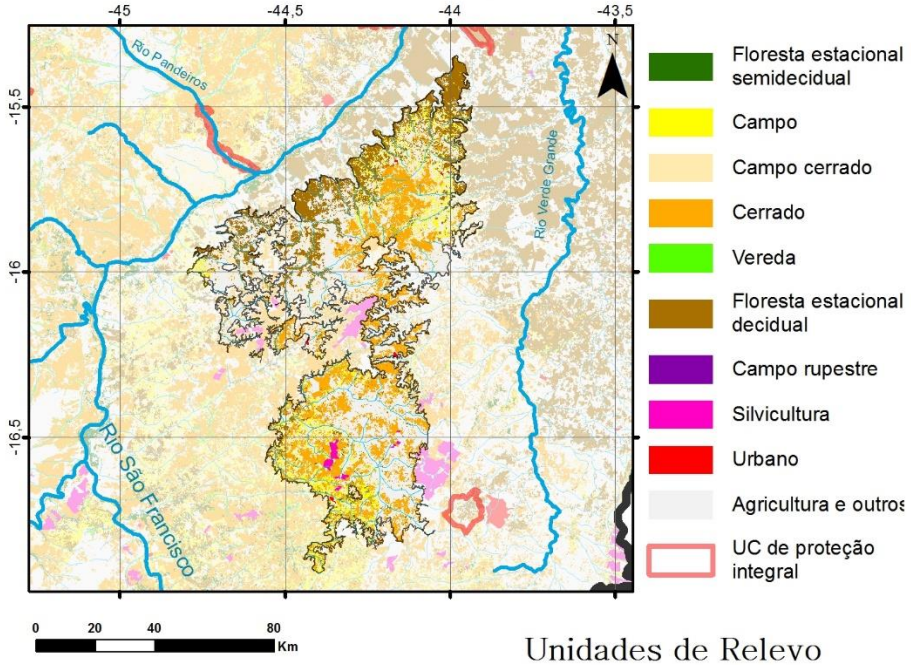


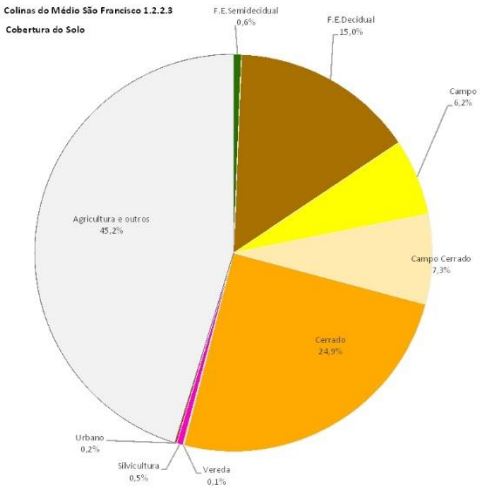
Clima



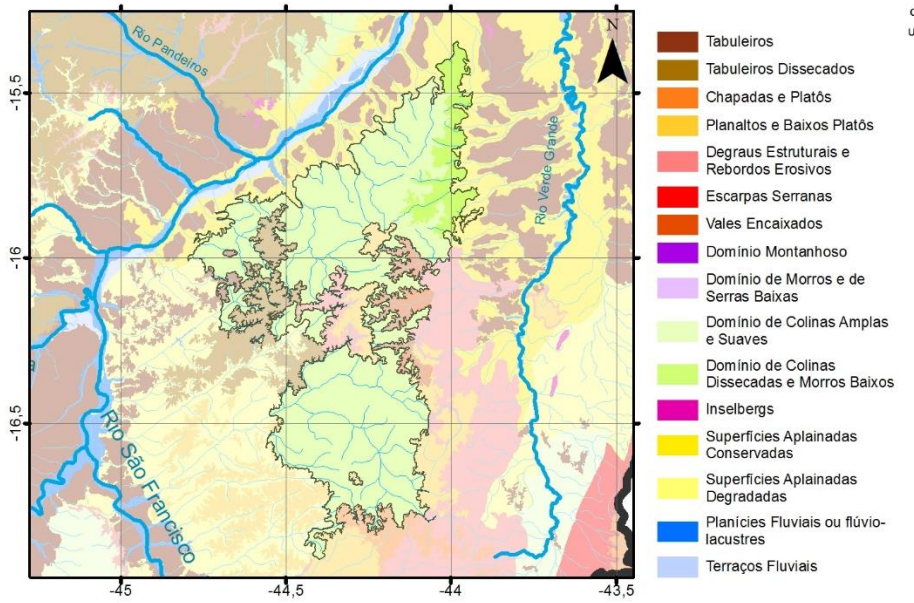


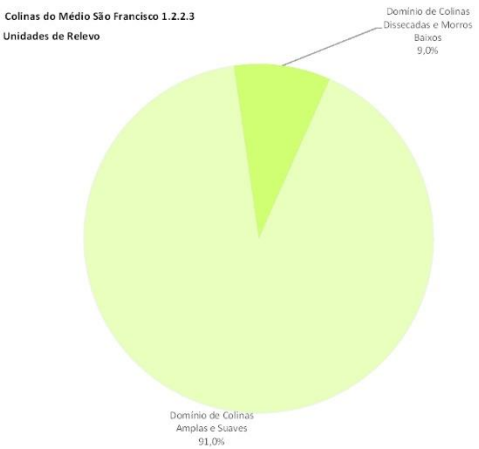
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

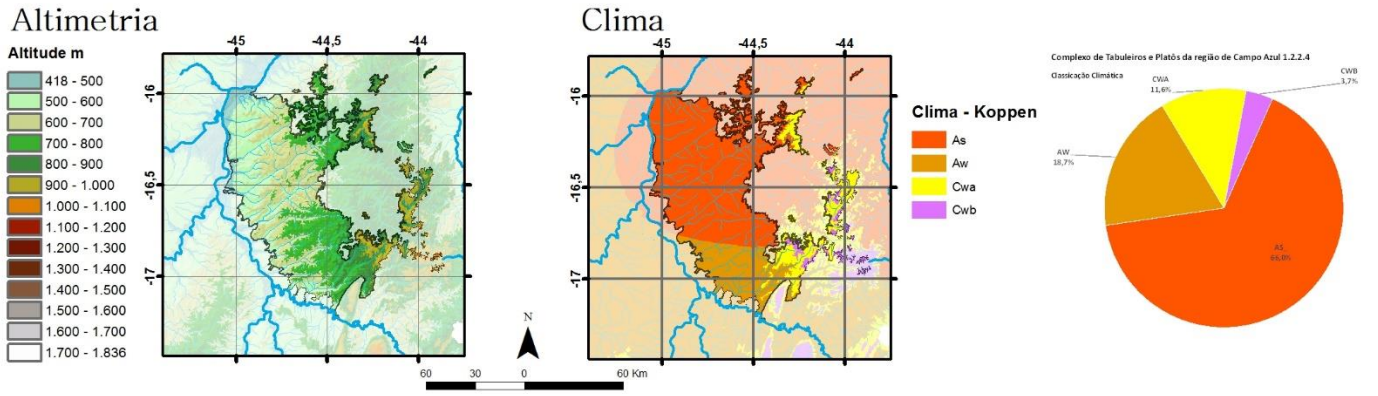




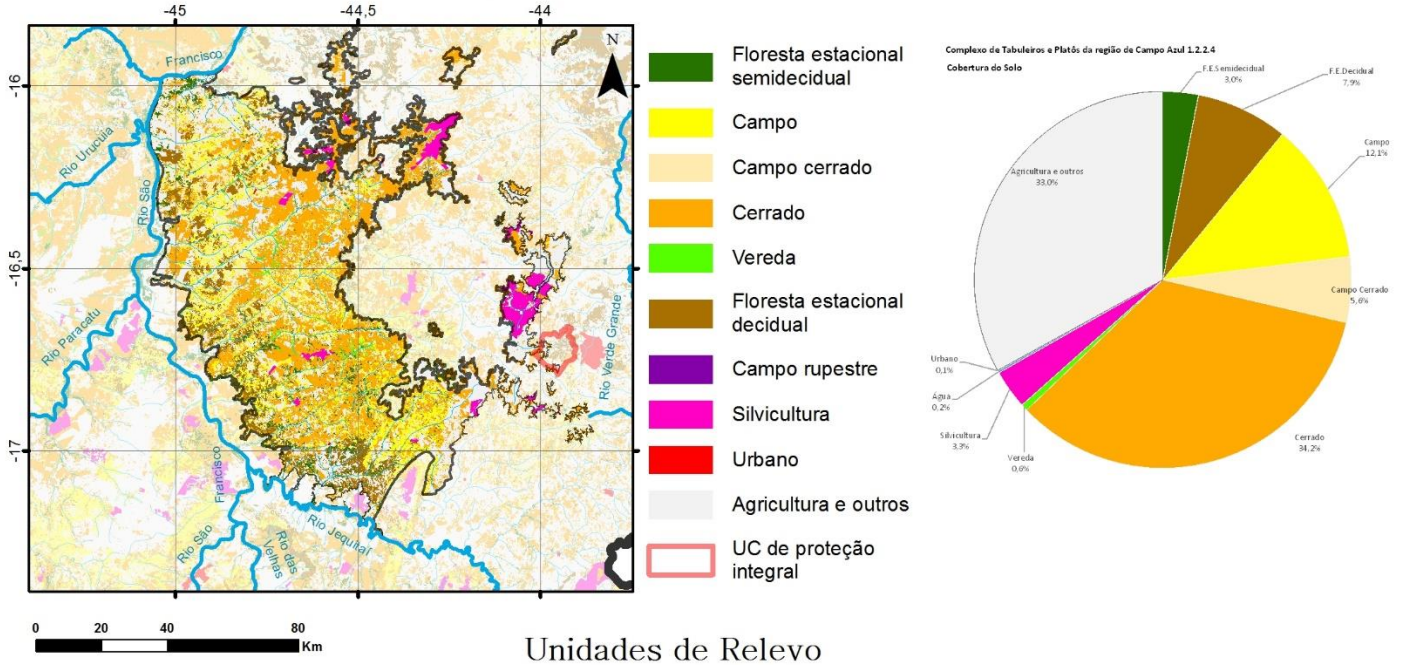
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.2.4 – Complexo de Tabuleiros e Platôs da região de Campo Azul

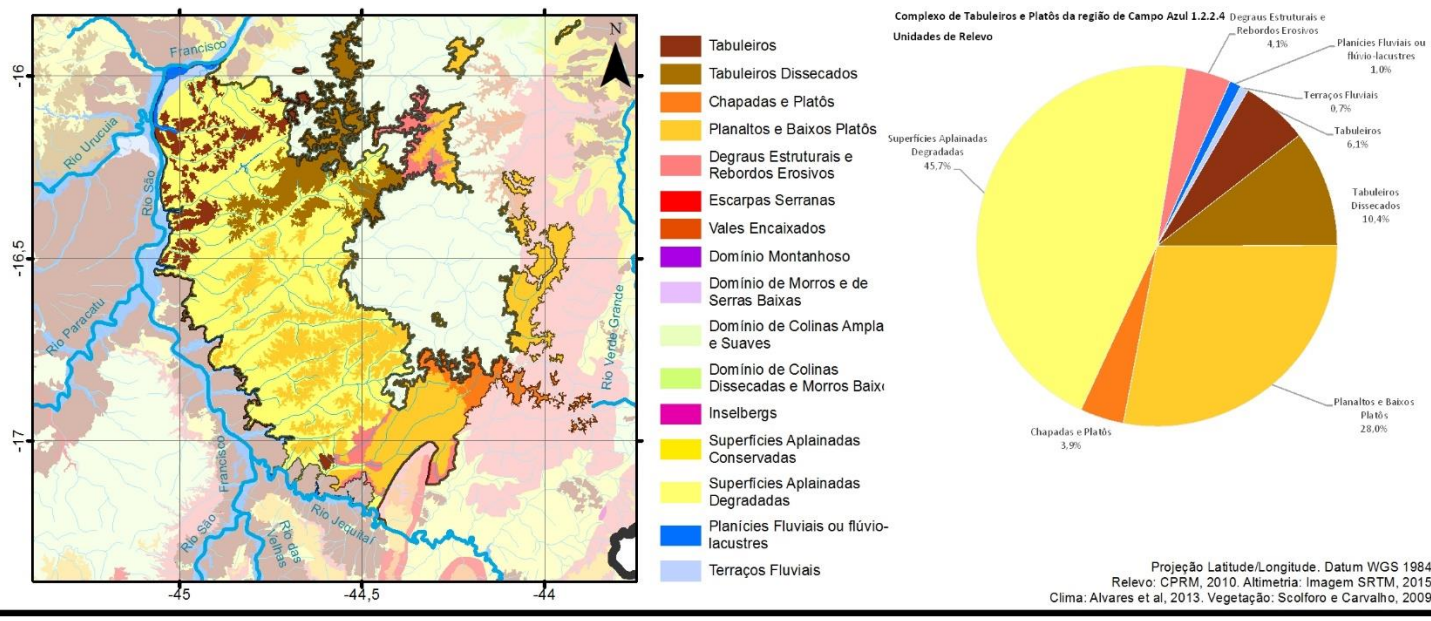
Ecorregião definida pela alternância de Superfícies aplainadas degradadas, com Tabuleiros (dissecados ou não) e terrenos planos elevados (Planaltos e baixos platôs e Chapadas e platôs), além de rebordos erosivos associados a essas feições. O clima escalona-se de acordo com a altimetria, sendo "As" nas cotas mais baixas, ocupando 66% da área total, passando por "Aw", "Cwa" e "Cwb", a medida que as cotas se elevam e ocupando 18,7%, 11,6% 1,7%, respectivamente. Predominam as fitofisionomias do Cerrado, no entanto as Florestas Estacionais Deciduais ocupam cerca de 13% dos remanescentes, caracterizando a ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e Caatinga.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo



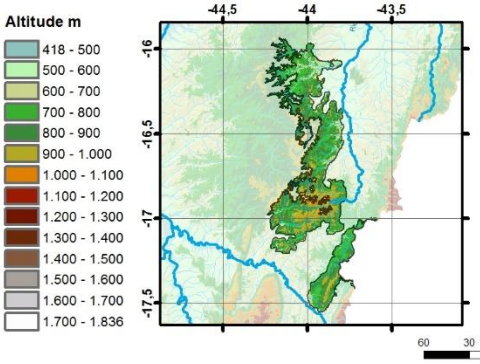
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.2.5 – Degraus de Montes Claros e Bocaiuva

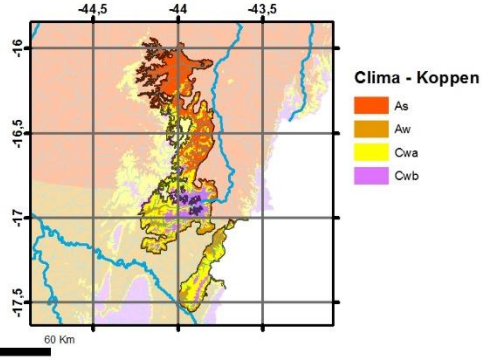


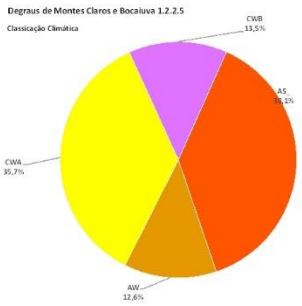
Os limites da ecorregião são definidos pelo padrão de relevo "Degraus Estruturais e Rebordos erosivos", abarcando também Vales Encaixados e Planaltos e Baixos Platôs localizados nas cotas mais elevadas. O clima escalona-se de acordo com a altimetria, sendo "As" nas cotas mais baixas, ocupando 38,1% da área total, passando por "Aw", "Cwa" e "Cwb", a medida que as cotas se elevam e ocupando 12,6%, 35,7% 13,5%, respectivamente. Predominam as fitofisionomias do Cerrado, no entanto as Florestas Estacionais Deciduais ocupam cerca de 13% dos remanescentes, caracterizando a ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga

Altimetria

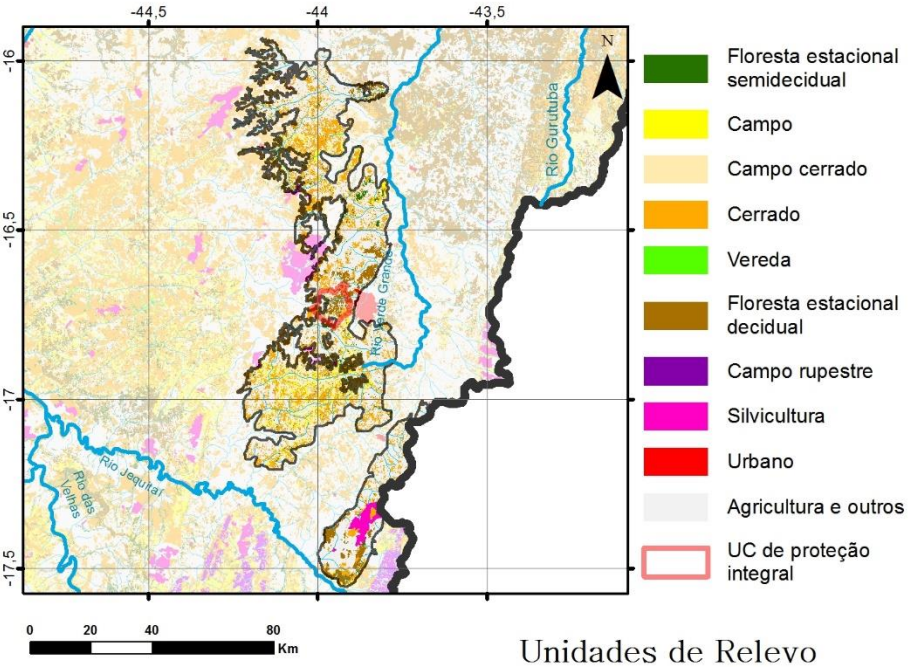


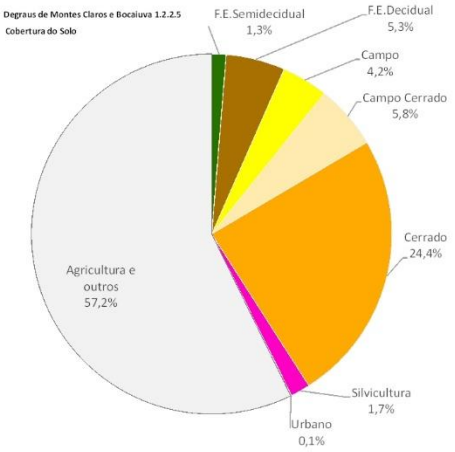
Clima



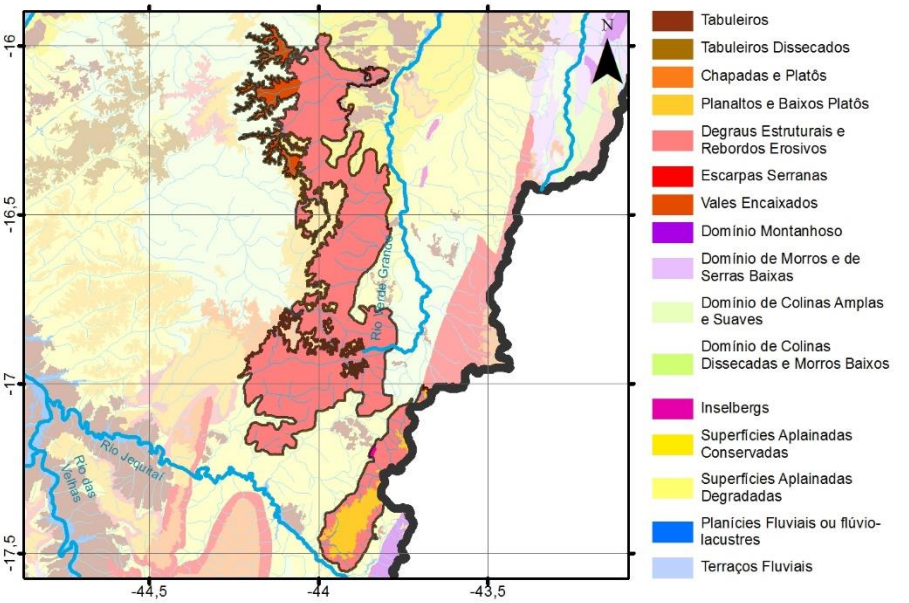


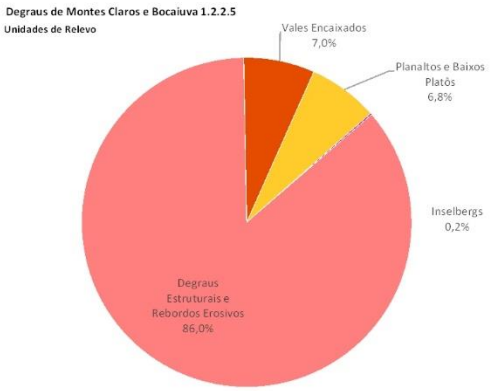
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



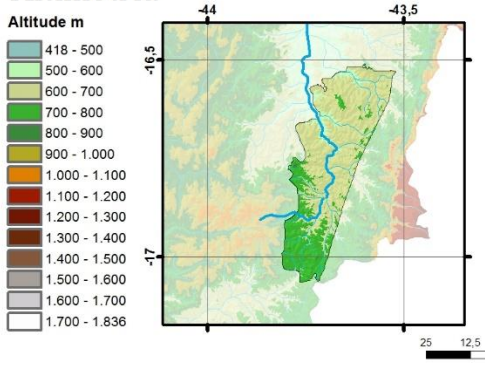


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

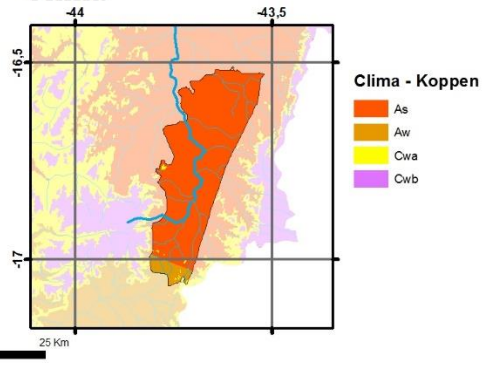
1.2.2.6 – Colinas do Alto Verde Grande

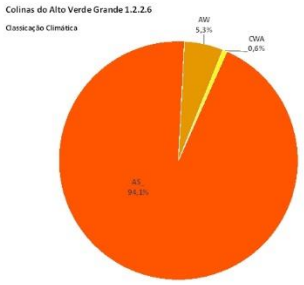
Ecorregião delimitada pelo Domínio de colinas amplas e suaves, abarcando também alguns tabuleiros. O clima é “As” em praticamente (94,1%) toda ecorregião. A vegetação natural ocupa cerca de 31% da área total predominando fitofisionomias do Cerrado. Contudo as Florestas Estacionais Deciduais ocupam 13% dos remanescentes, caracterizando a ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga

Altimetria

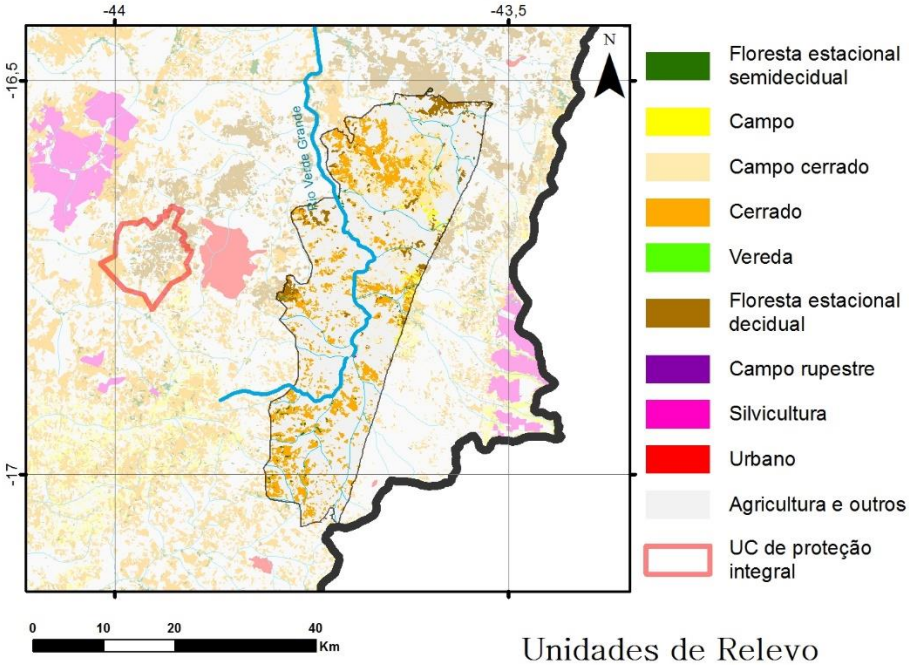


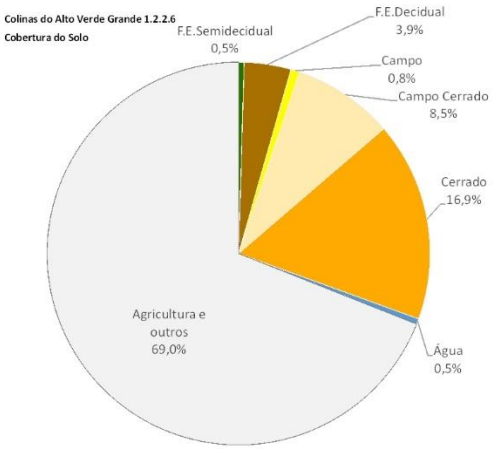
Clima



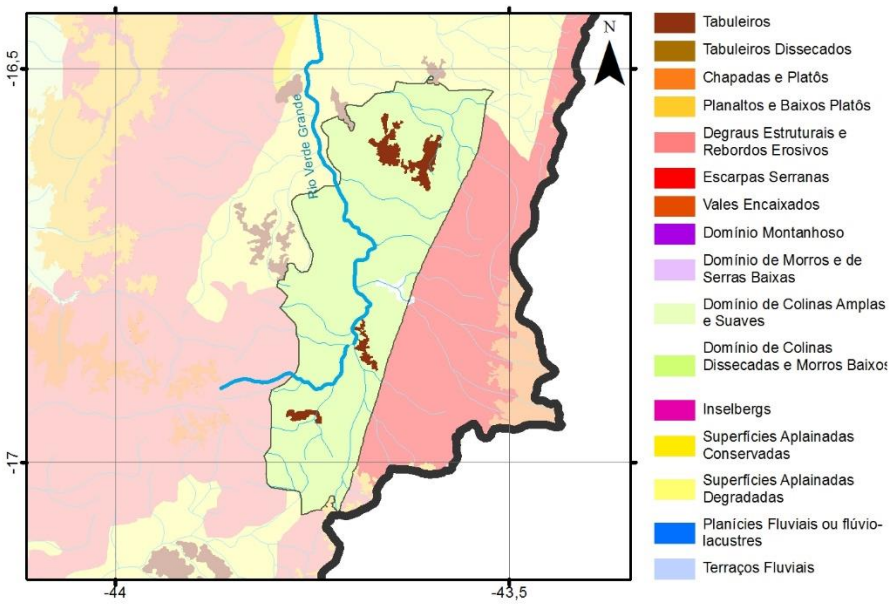


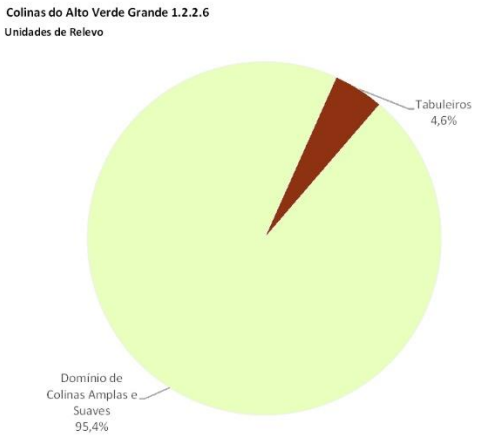
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



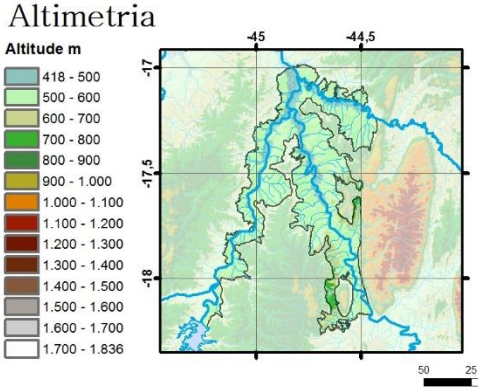


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

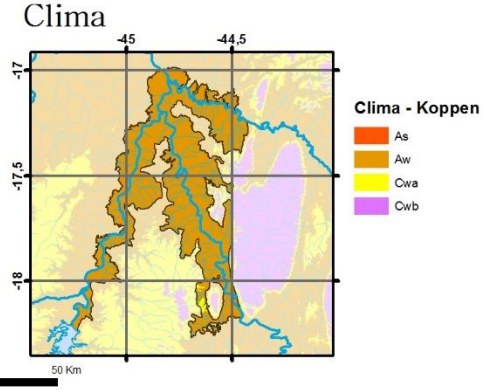
1.2.3.1 – Tabuleiros do Gauicuí

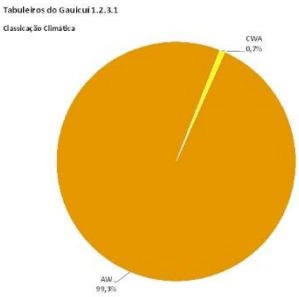
Ecorregião formada por tabuleiros e superfícies aplainadas que bordejam os rios São Francisco, das Velhas e Jequitaí, próximo a foz dos dois últimos no primeiro. Inclui uma pequena mancha de Colinas Amplas e Suaves nas cotas mais altas. O clima é "Aw" em praticamente toda a ecorregião. A vegetação é típica do Cerrado e ocupa cerca de 47% da área total.

Altimetria

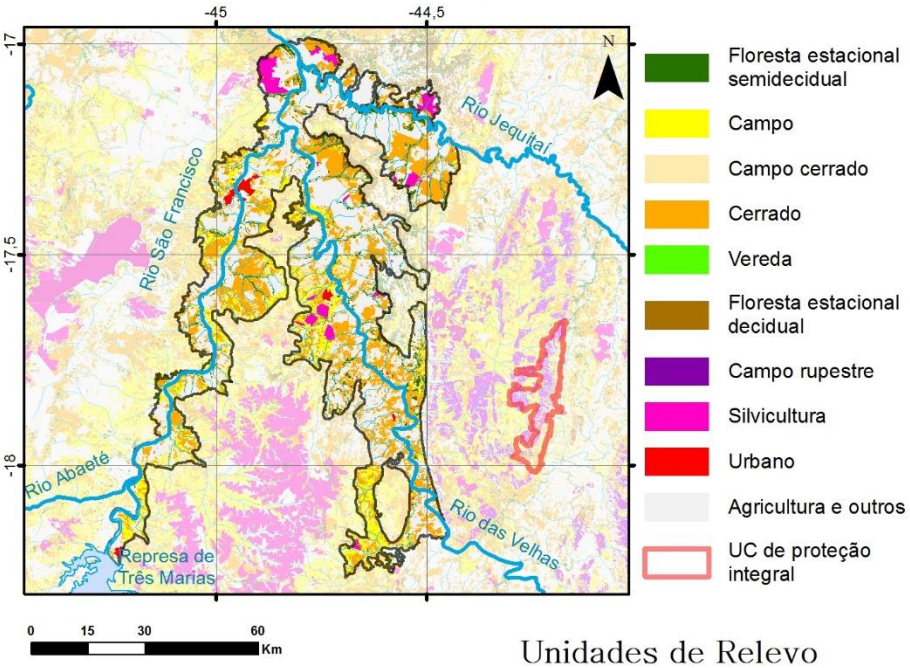


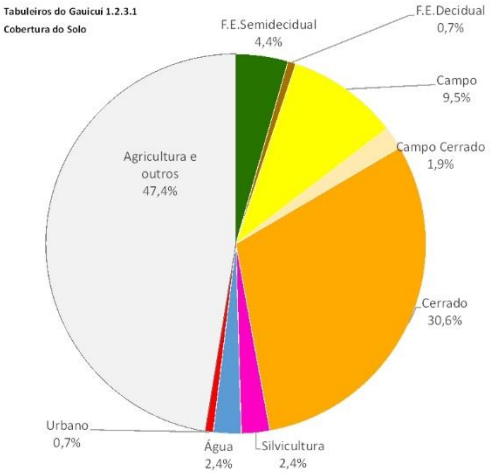
Clima



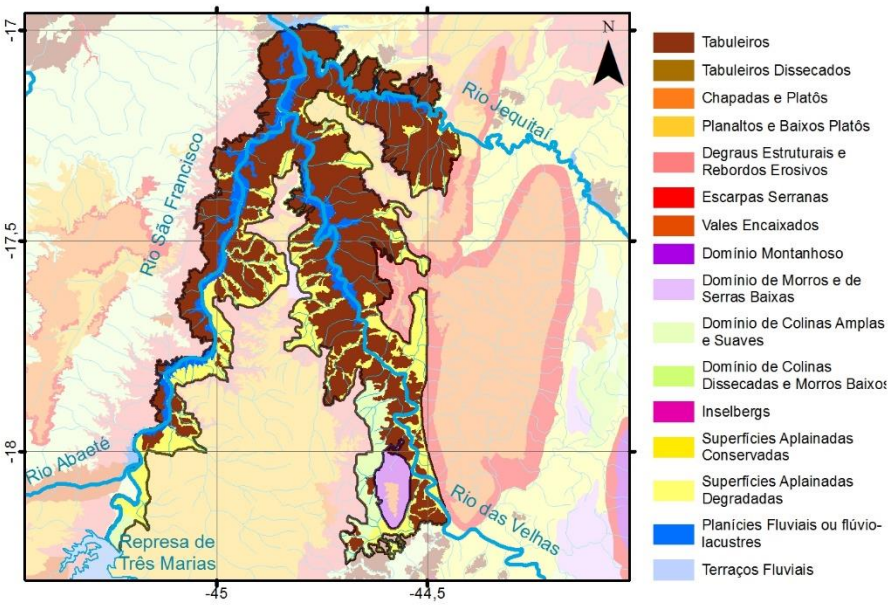


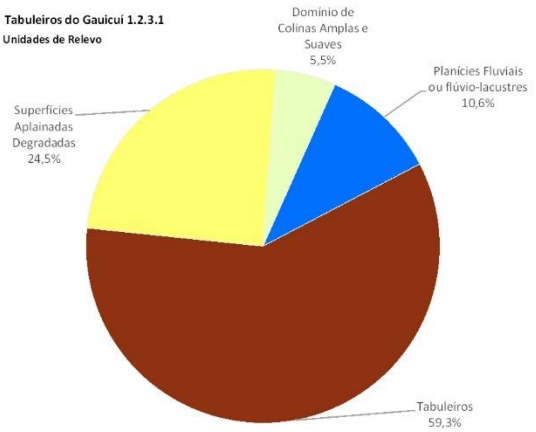
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



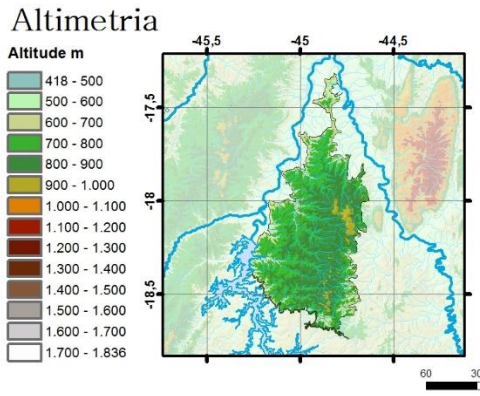


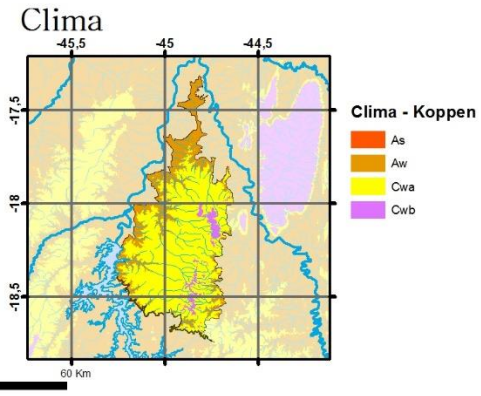
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

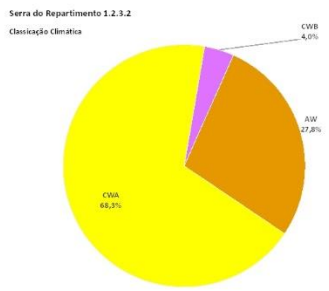
1.2.3.2 – Serra do Repartimento



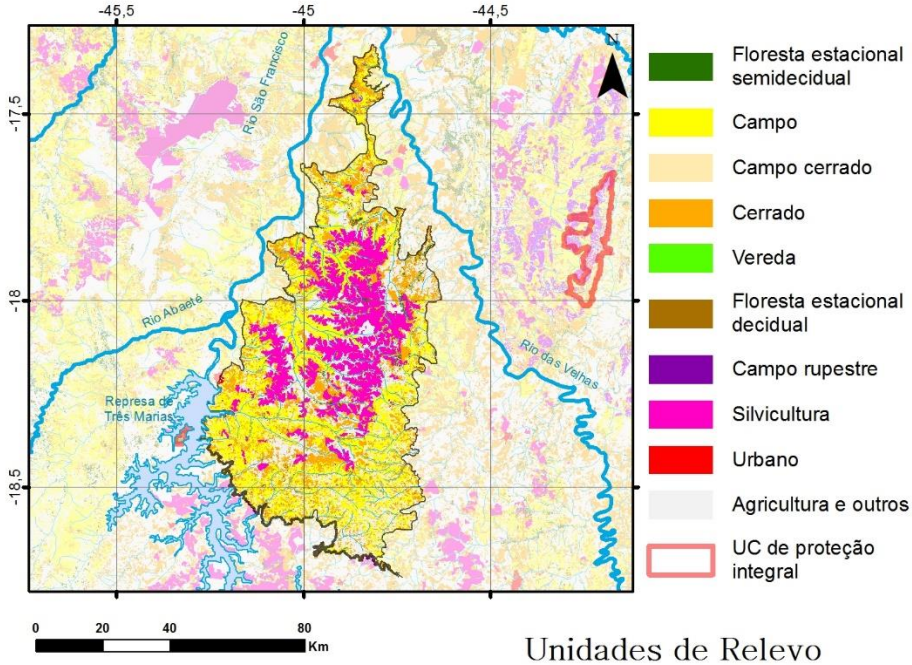
Ecorregião delimitada pelo padrão de relevo "Planaltos e Baixos Platôs" bordejado pelo padrão "Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos". O clima predominante é "Cwa", ocupando 68,5%, mas áreas mais baixas é "Aw", com 27,8% e nas mais altas Cwb, ocupando 4%. A silvicultura ocupa grandes porções das áreas planas do platô, ocupando 18% da área total. Os remanescentes de vegetação natural são 97% pertencentes as fitofisionomias do cerrado, sobretudo formações campestres e cerrado *stricto sensu.*

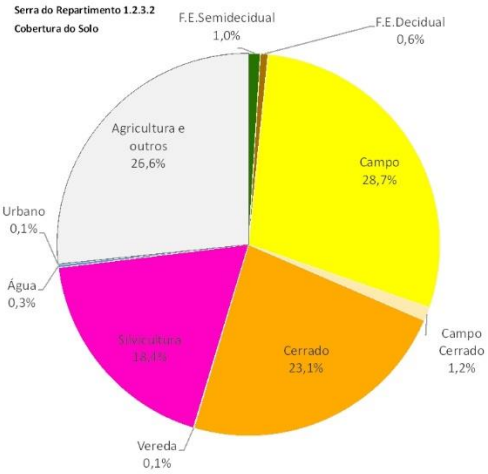




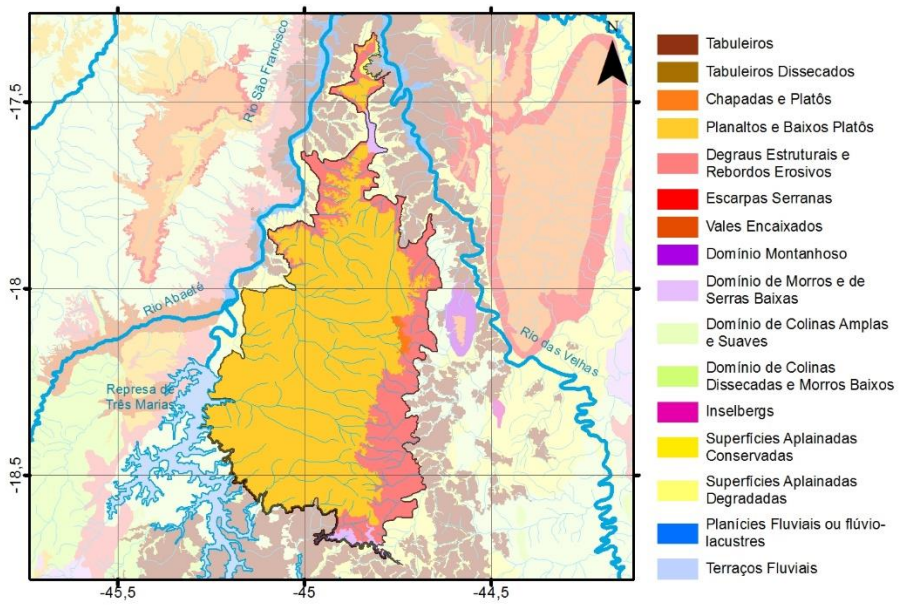


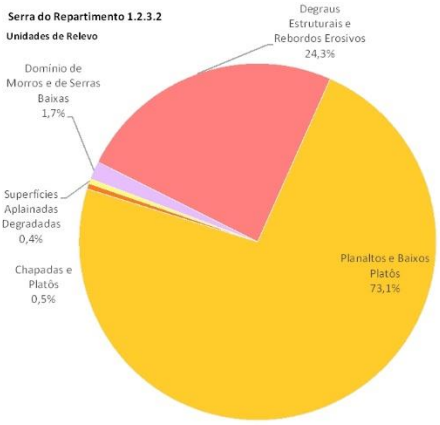
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



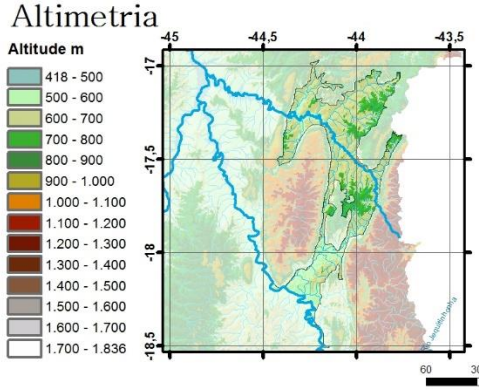


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

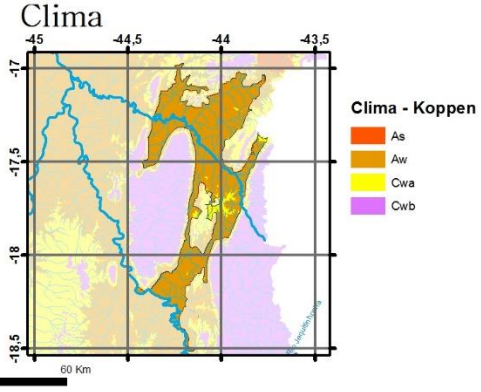
1.2.3.3 – Depressão Espinhaço/Cabral

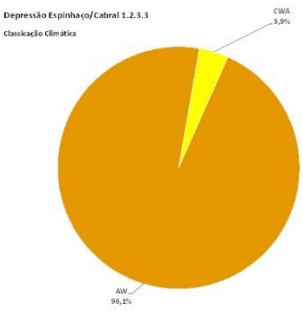
Ecorregião delimitada por uma grande superfície aplainada degradada desenvolvida entre as serras do Espinhaço e do Cabral. Inclui também colinas e tabuleiros envolvidos pela superfície aplainada. O clima é Aw em 96,2 % da ecorregião. Os remanescentes de vegetação natural são típicos do Cerrado e ocupam menos de 36% da área total.

Altimetria

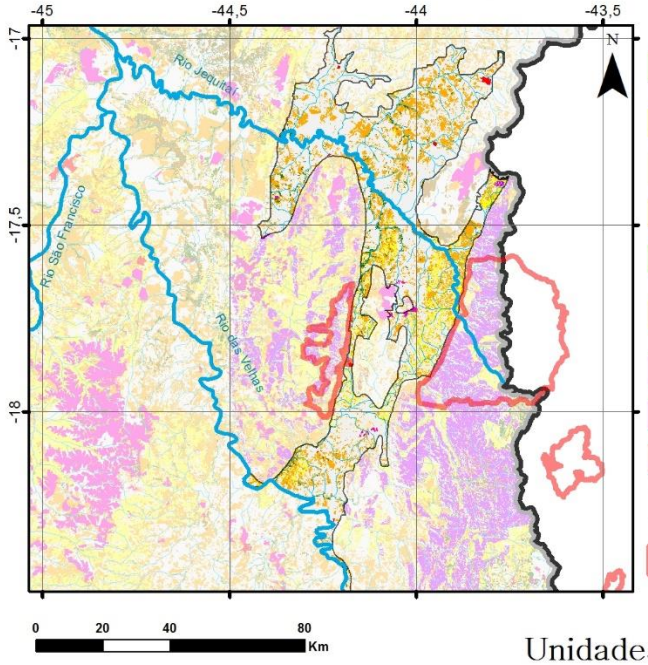


Clima

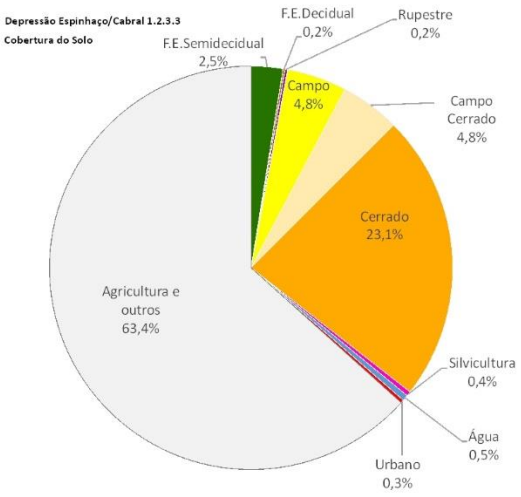




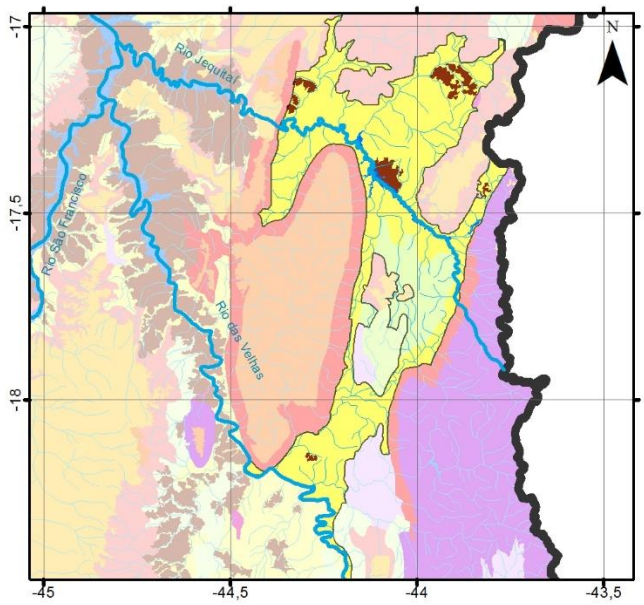
Vegetação / Cobertura do Solo



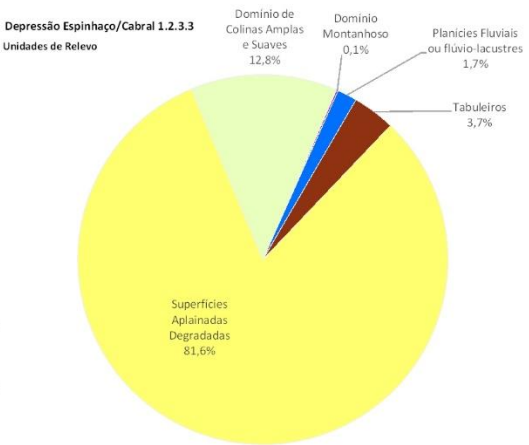




Unidades de Relevo





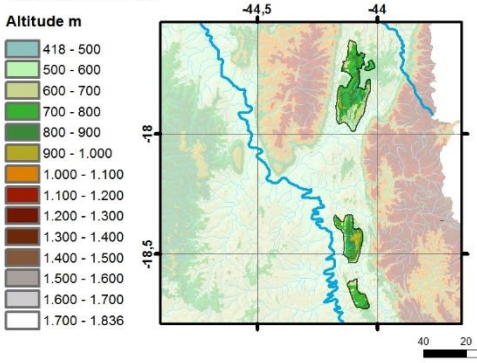


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

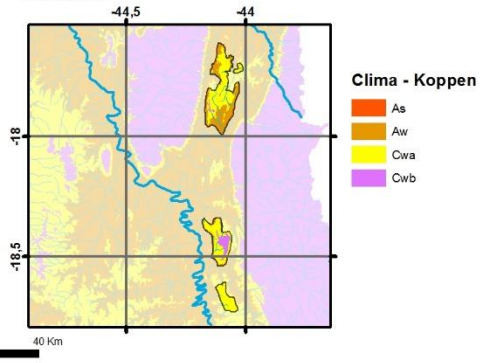
1.2.3.4 – Baixos Platôs Espinhaço/Cabral

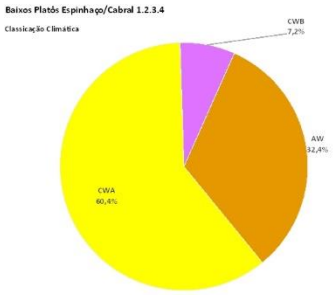
Ecorregião delimitada por áreas que se elevam na depressão localizada entre as serras do Espinhaço e Cabral. As elevações são formadas por Planaltos e Baixos Platôs bordejados por Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos, além Colinas Dissecadas e Morros Baixos e Morros e Serras Baixas. O clima predominante é "Cwa", mas nas áreas mais baixas é "Aw" e nas mais elevadas "Cwb". Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 40% da área e são formados fitofisionomias do cerrado.

Altimetria

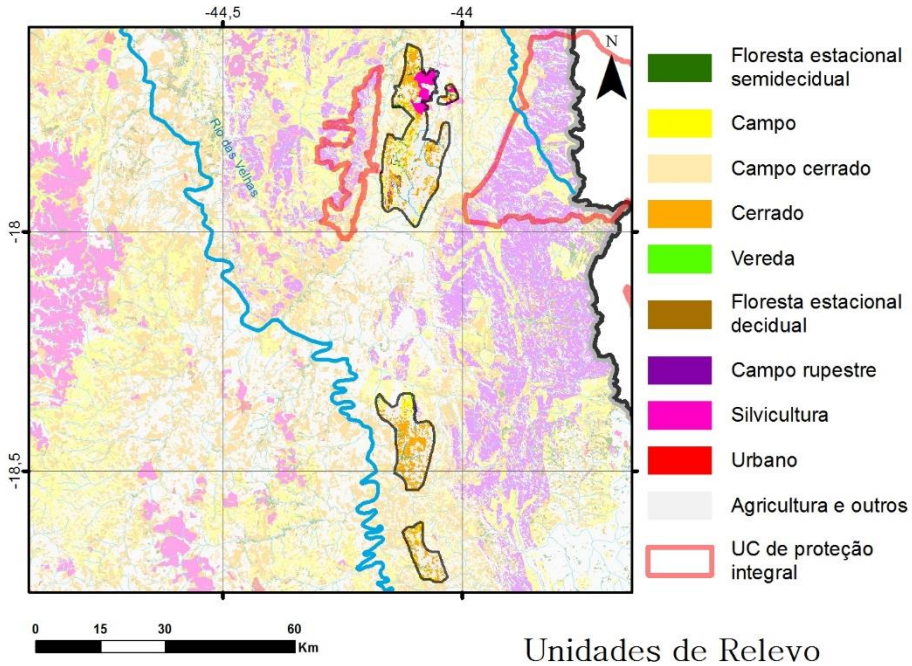


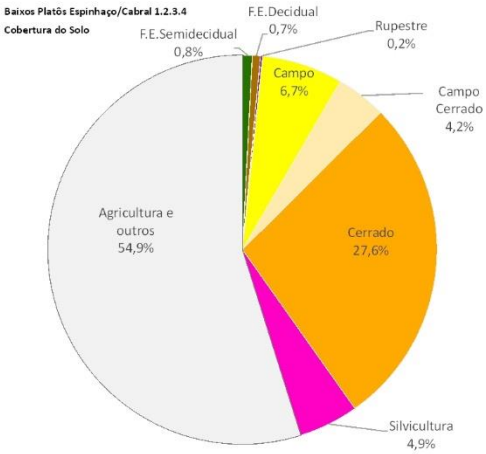
Clima



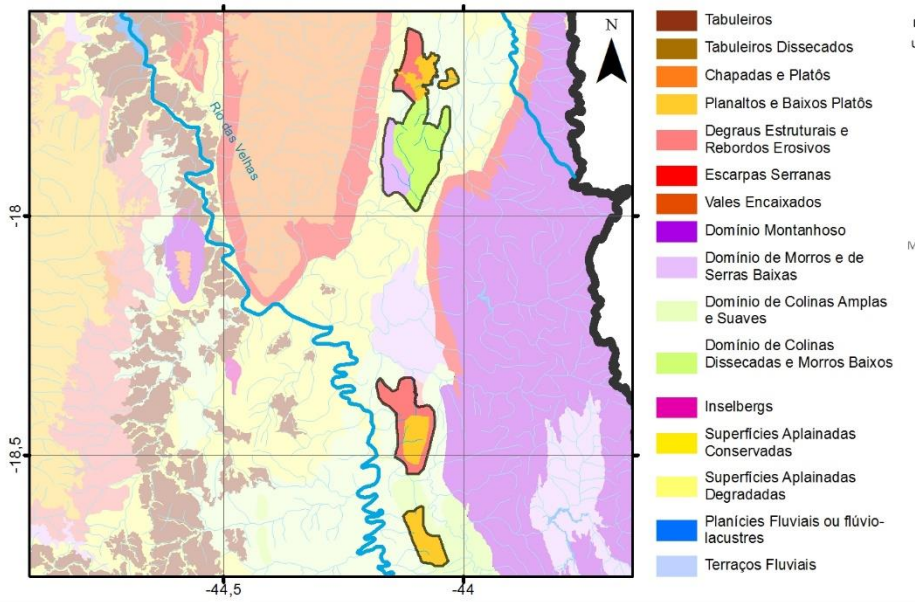


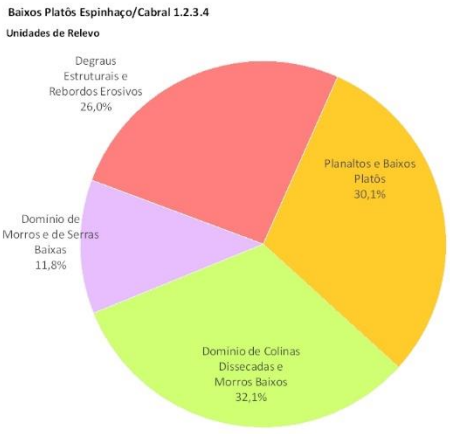
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



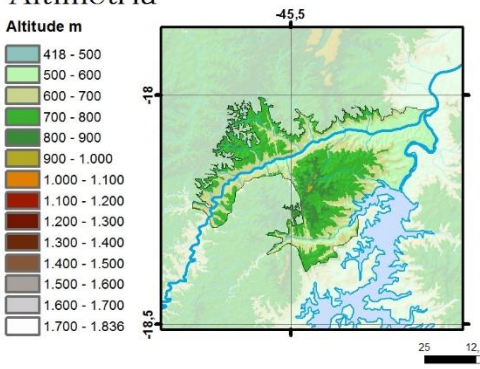


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

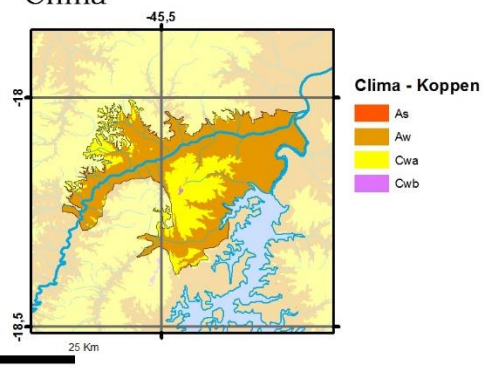
1.2.3.5 – Baixo Vale do Rio Abaeté

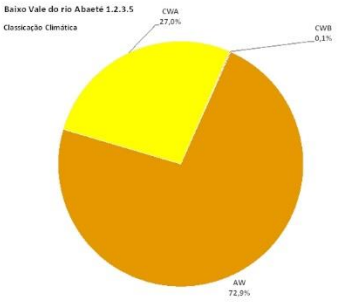
Ecorregião formada pelo Vales Encaixados dos rios Abaeté e Borrachudo e por Planaltos e Baixos Platôs e Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos que separam os vales, além de algumas pequenas manchas de colinas envolvidas por estes padrões de relevo. O clima "Aw" predomina em quase 73% da ecorregião, mas nas áreas de maior altitude é "Cwa". A vegetação natural, típica do Cerrado, ocupa quase 53% da área, e desse total 63,46% são formações campestres.

Altimetria

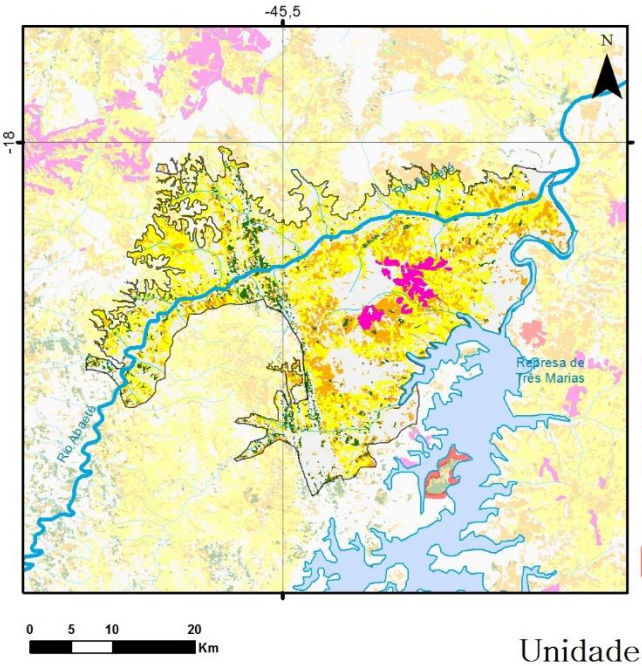


Clima

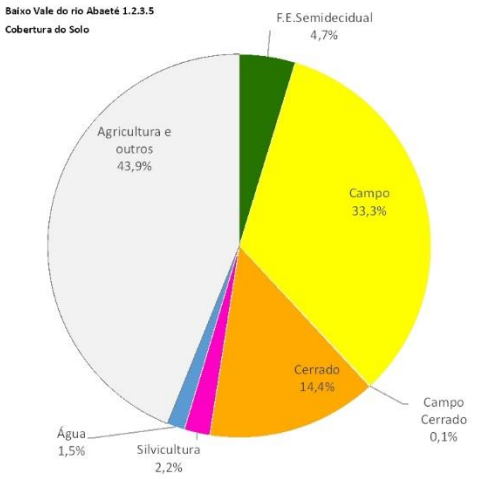




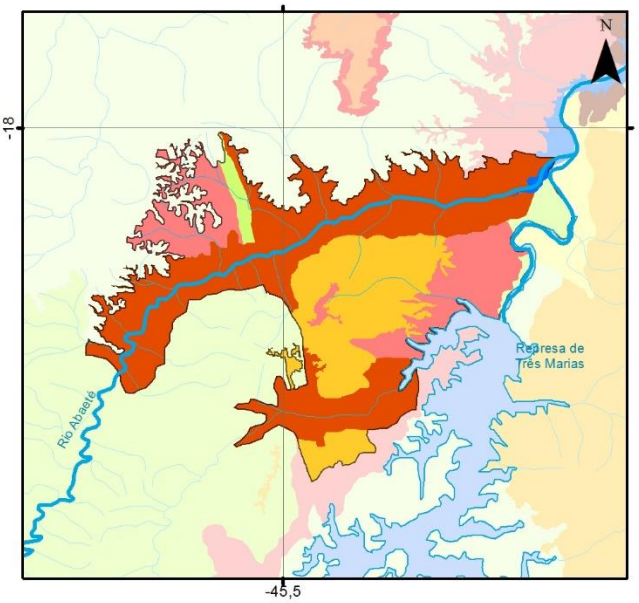
Vegetação / Cobertura do Solo



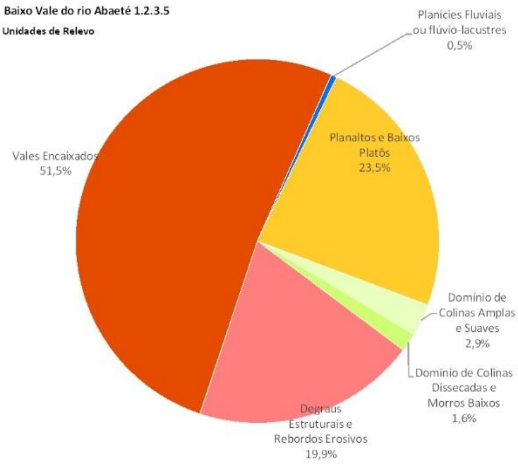




Unidades de Relevo





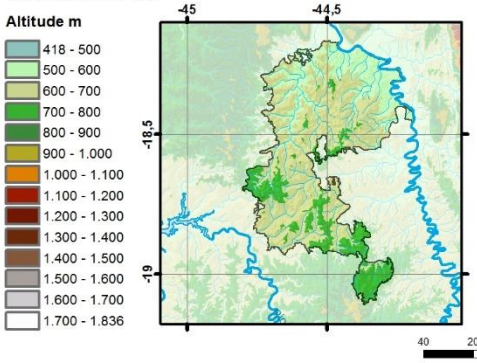


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

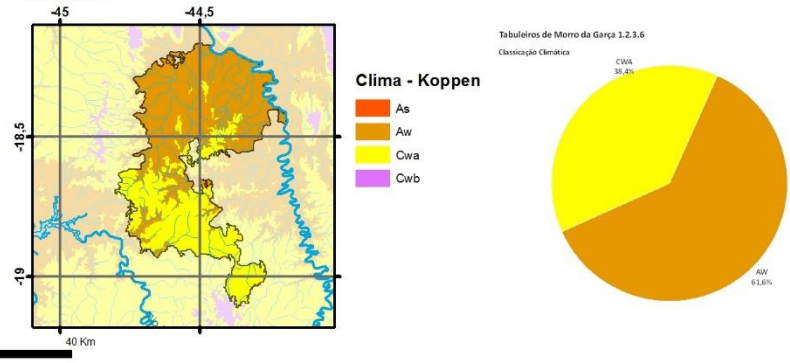
1.2.3.6 – Tabuleiros de Morro da Garça

Ecorregião formada pela alternância de Tabuleiros e Superfícies Aplainadas Degradada. O clima predominante é “Aw”(61,6%), mas é “Cwa” nas áreas de maior altitude. A vegetação natural é típica do Cerrado, ocupando apenas 36% da ecorregião. Forte presença da silvicultura sobre os Tabuleiros

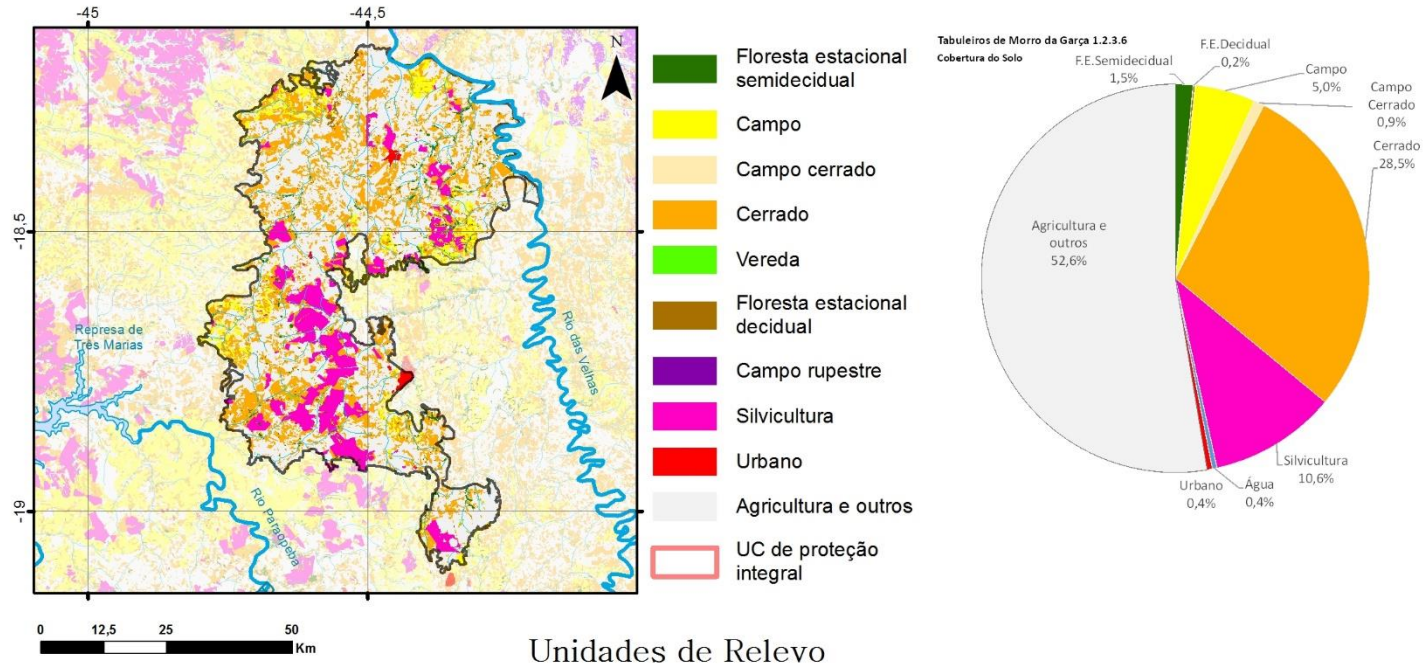
Altimetria



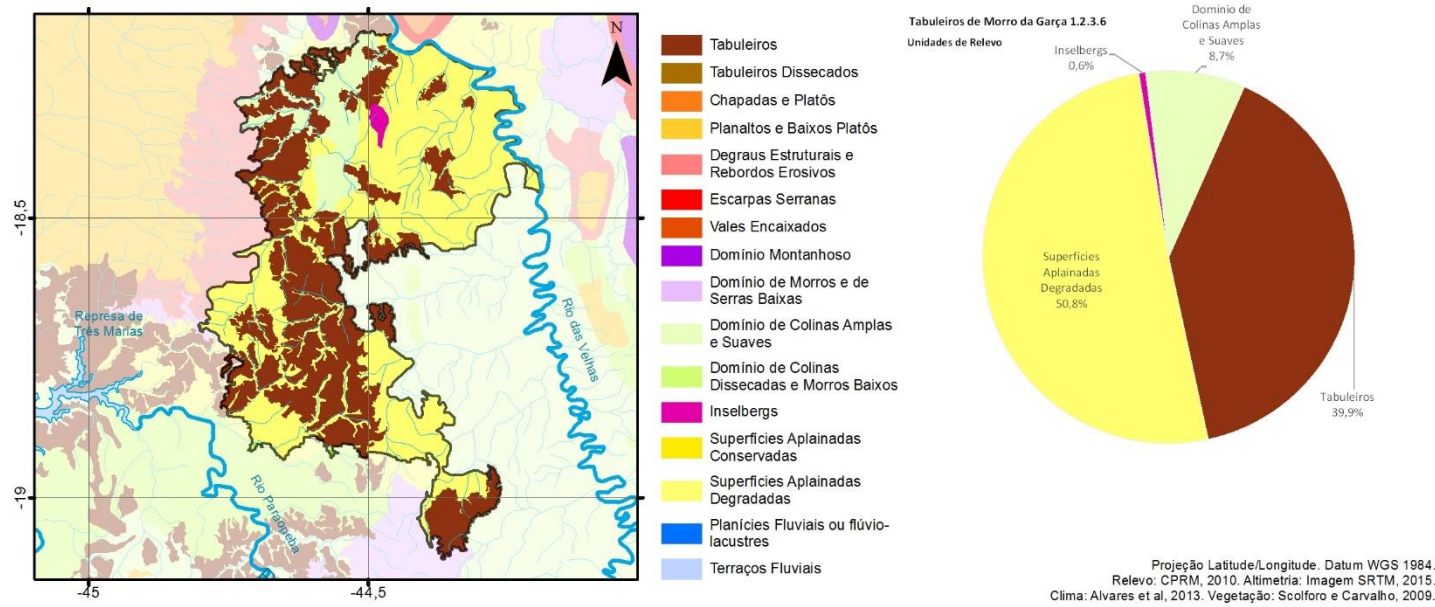
Clima



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo

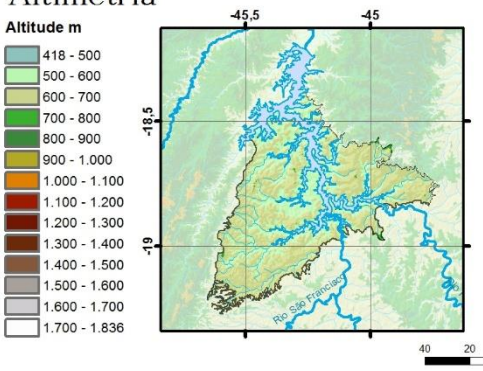


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

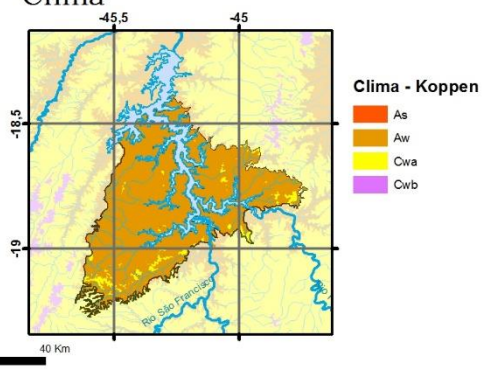
1.2.3.7 – Colinas e Tabuleiros do Lago de Três Marias

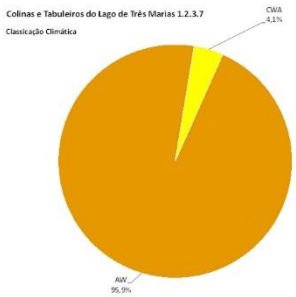
Ecorregião delimitada por Colinas e Tabuleiros que circundam o sul do lago de Três Marias, abarcando também uma Superfície aplainada em sua parte leste. Clima Aw em praticamente toda a extensão. Vegetação natural ocupa menos de 27%, sendo que deste total quase 90% é formada pelo Cerrado *Sensu Stricto.* Forte presença da silvicultura.

Altimetria

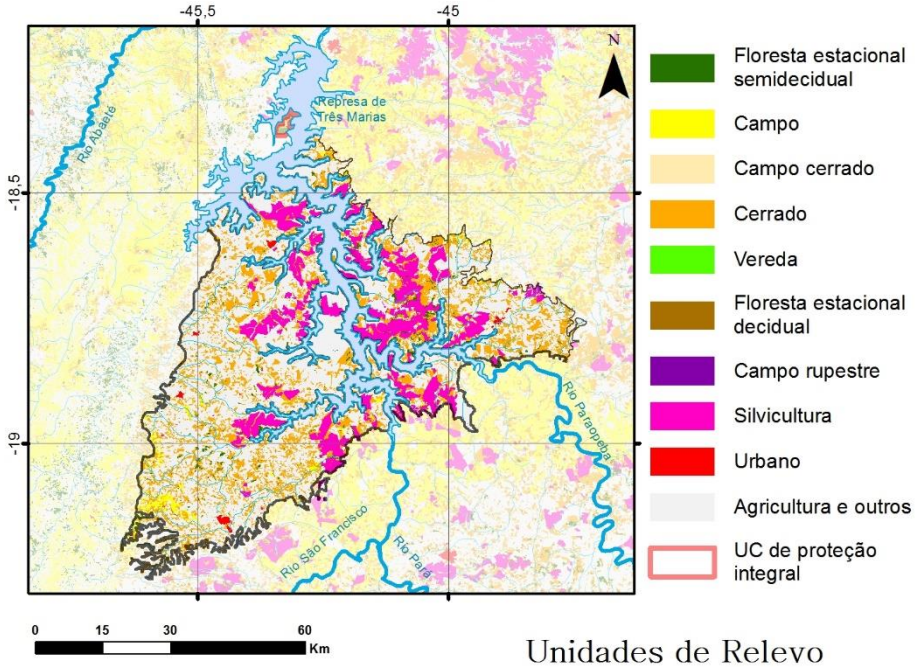


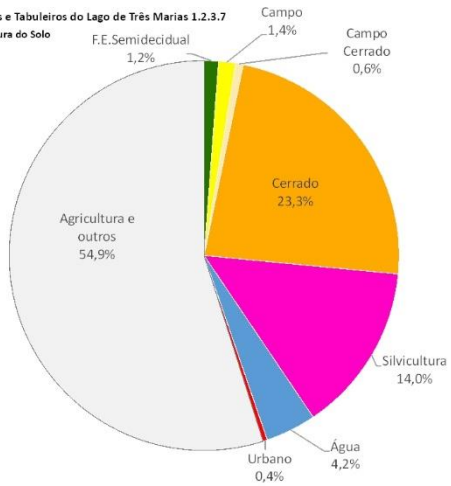
Clima



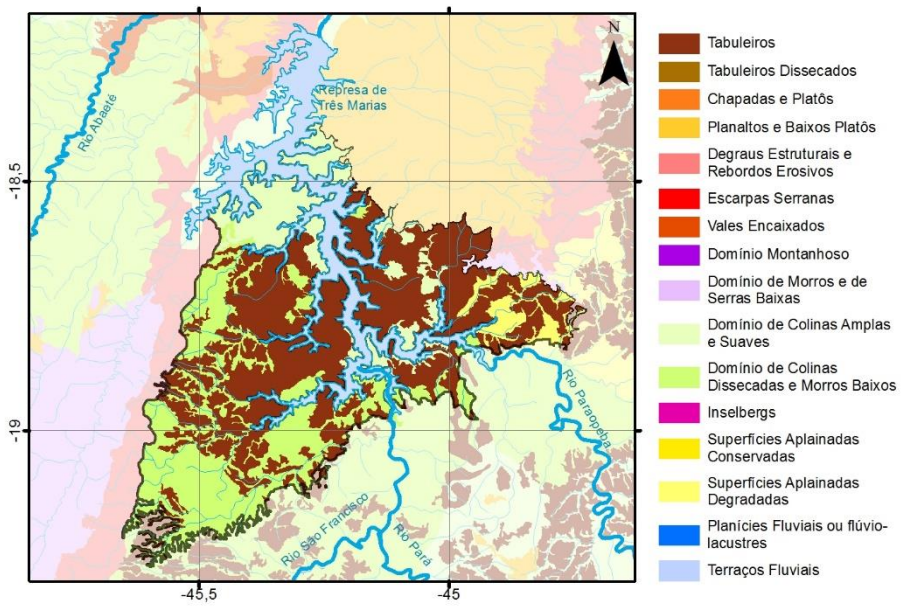


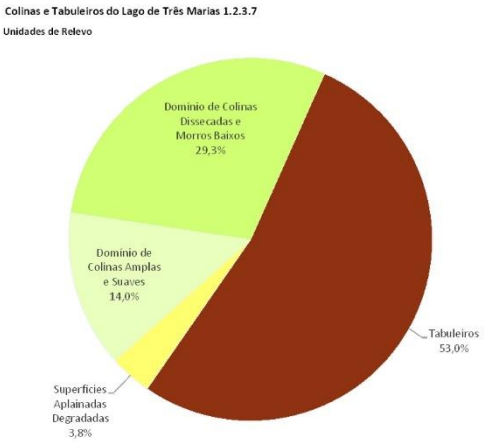
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



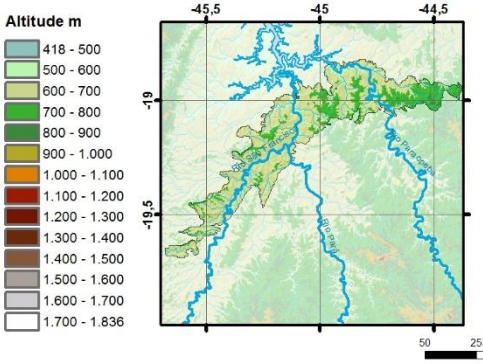


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

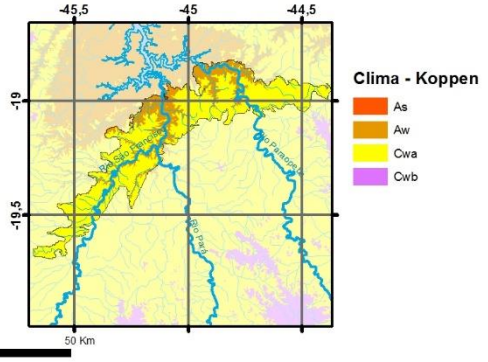
1.2.3.8 – Colinas Campestres do Sul do Lago de Três Marias

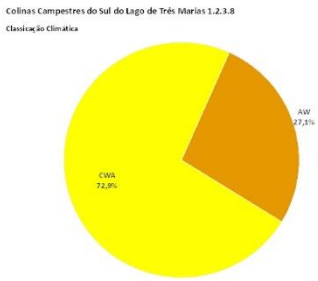
Ecorregião delimitada pela generalização da vegetação campestre que é bastante concentrada na ecorregião. A maior parte do relevo é formado pelo Domínio das Colinas Dissecadas e Morros Baixos, cerca de 80%, e por Tabuleiros, 13%. O clima predominante é Cwa, mas nas área mais baixas, próximas ao lago de Três Marias é "Aw". A vegetação natural ocupa quase 60% da área e desse total mais de 73% são referentes a formações campestres.

Altimetria

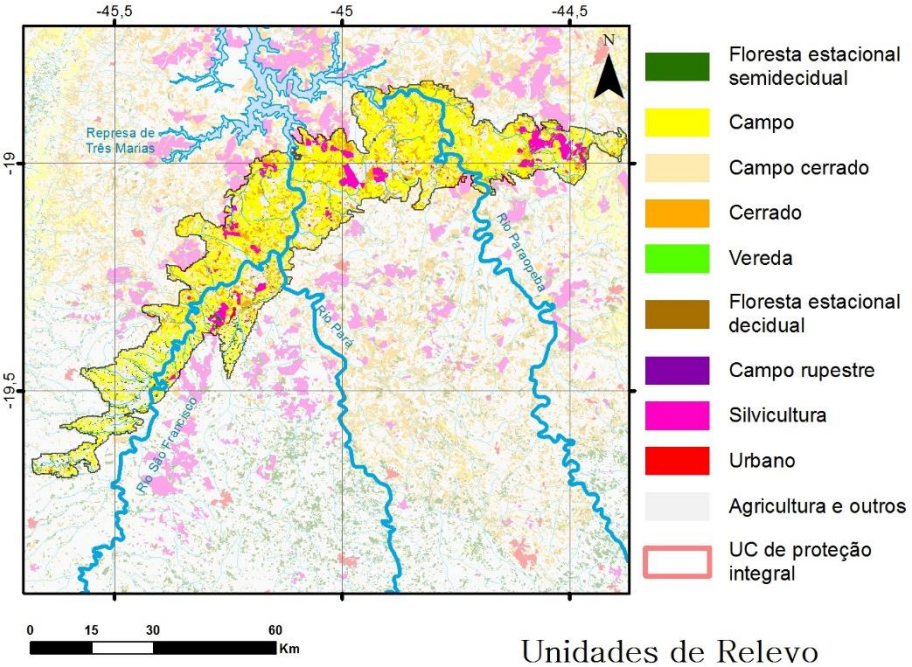


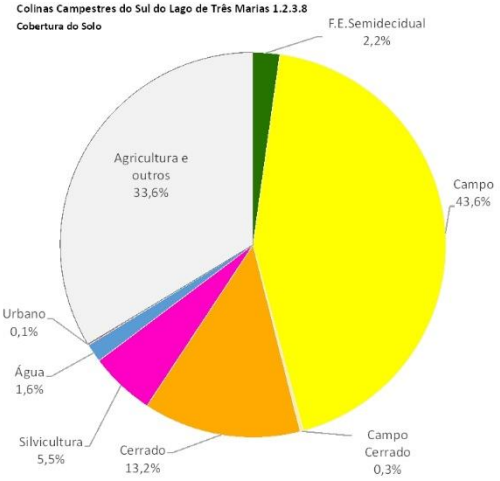
Clima



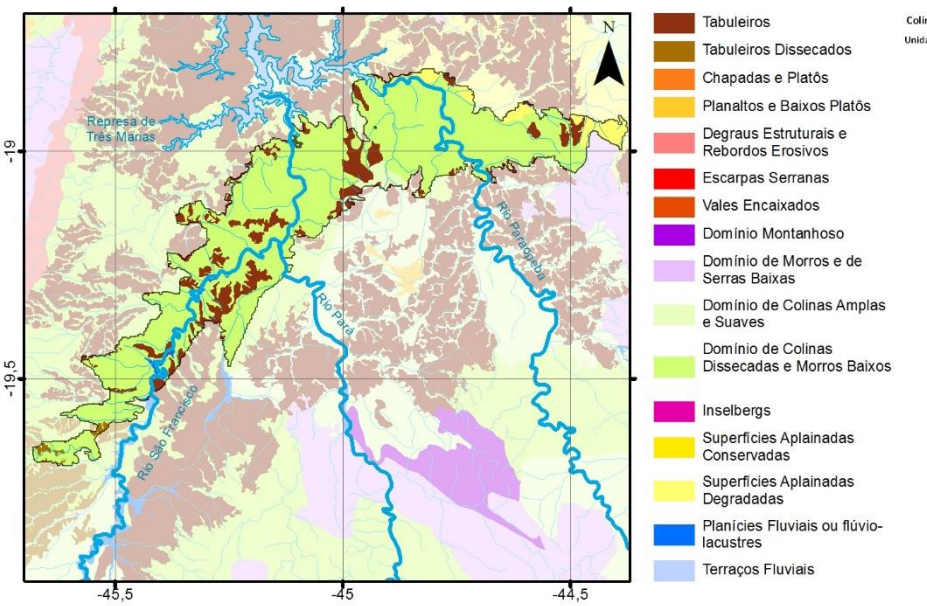


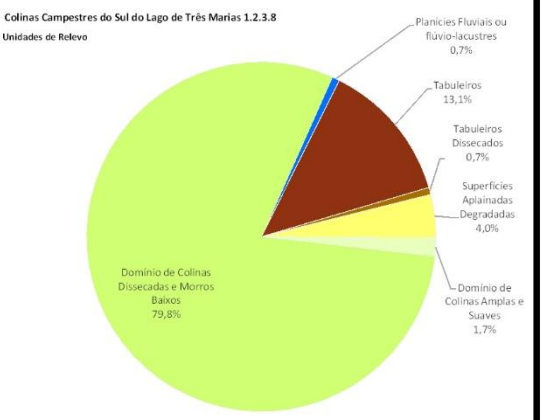
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



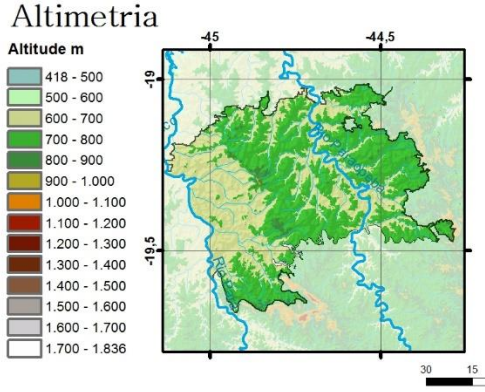


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

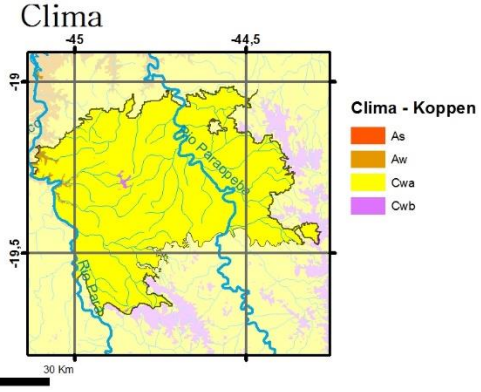
1.2.3.9 – Colinas e Tabuleiros de Pompéu e Paraopeba

O limite norte da ecorregião é definido pela concentração da vegetação campestre na ecorregião vizinha (1.2.3.8 - Colinas Campestres do Sul do Lago de Três Marias) e o restante pela alternância de Tabuleiros e o Domínio das Colinas Amplas e Suaves. O clima é Cwa em praticamente toda extensão. A vegetação natural, predominantemente Cerrado *Stricto Sensu* ocupa menos de 27% da ecorregião. De maneira geral as colinas são ocupadas pela agricultura e pastagens e os tabuleiros pela Silvicultura e o Cerrado.

Altimetria

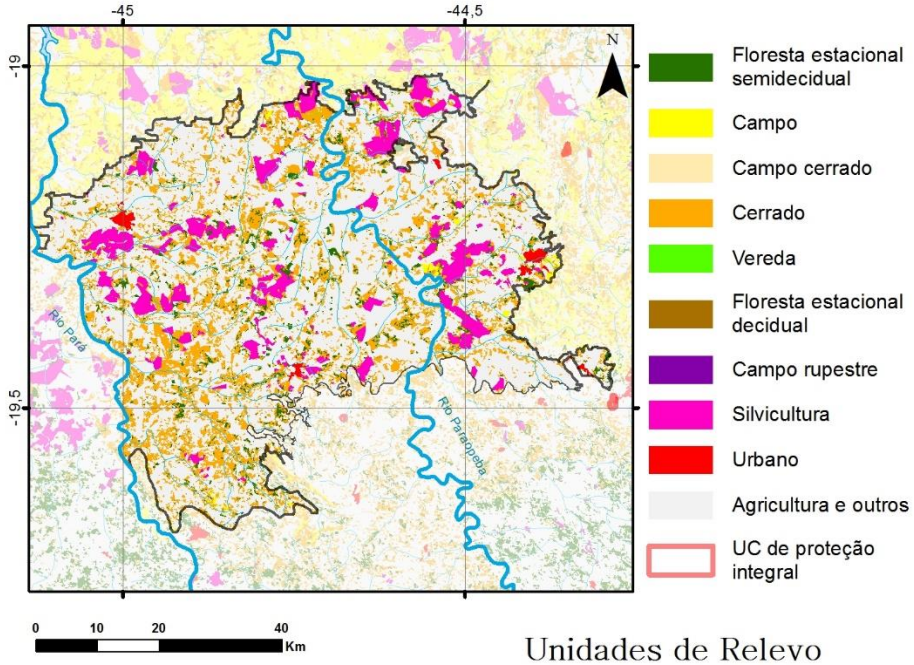


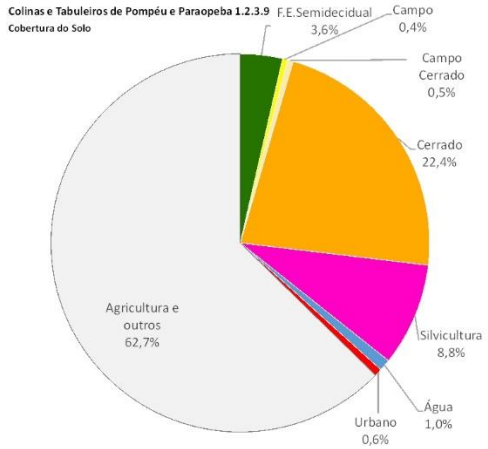
Clima



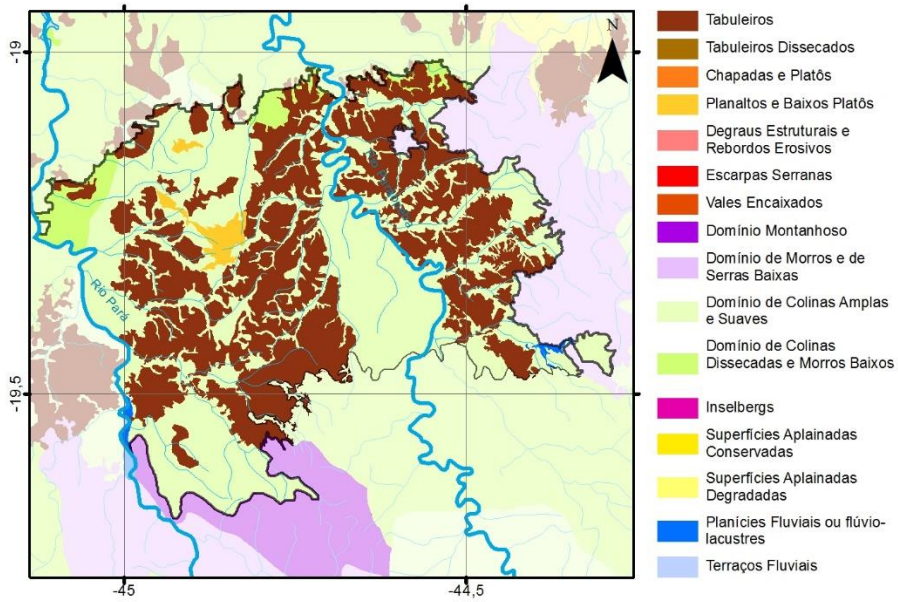


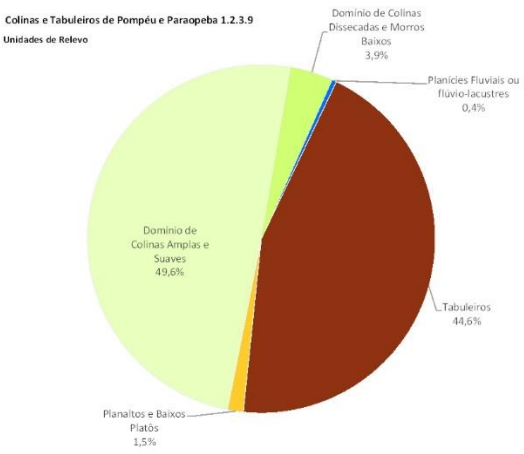
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



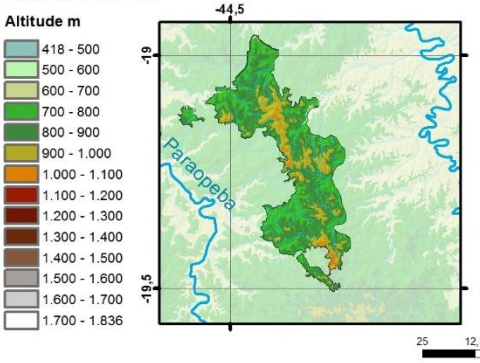


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

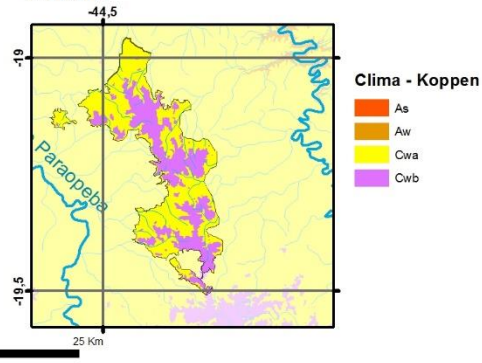
1.2.3.10 – Serra de Santa Helena

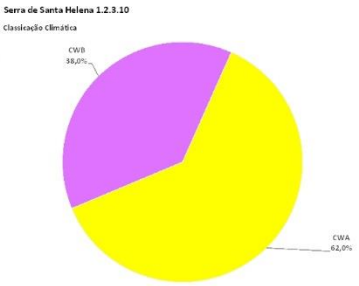
Delimitada pelo Domínio de Morros e de Serras Baixas, a ecorregião corresponde a Serra de Santa Helena. Uma serra predominantemente calcária localizada ao norte da cidade de Sete Lagoas. O clima é "Cwa" em 62% da ecorregião, porem nas áreas mais elevadas é "Cwb". A vegetação natural ocupa metade da área e é formada por fitofisionomias típicas do Cerrado.

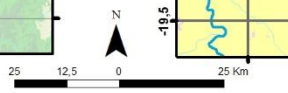
Altimetria



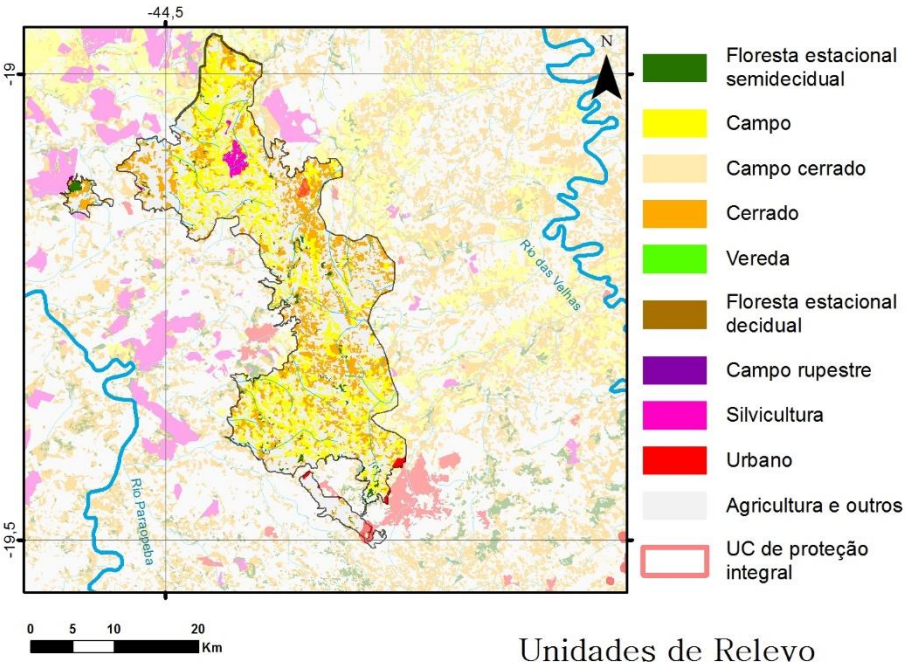
Clima

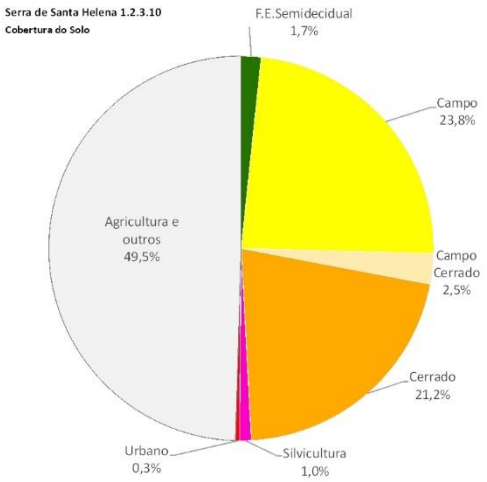




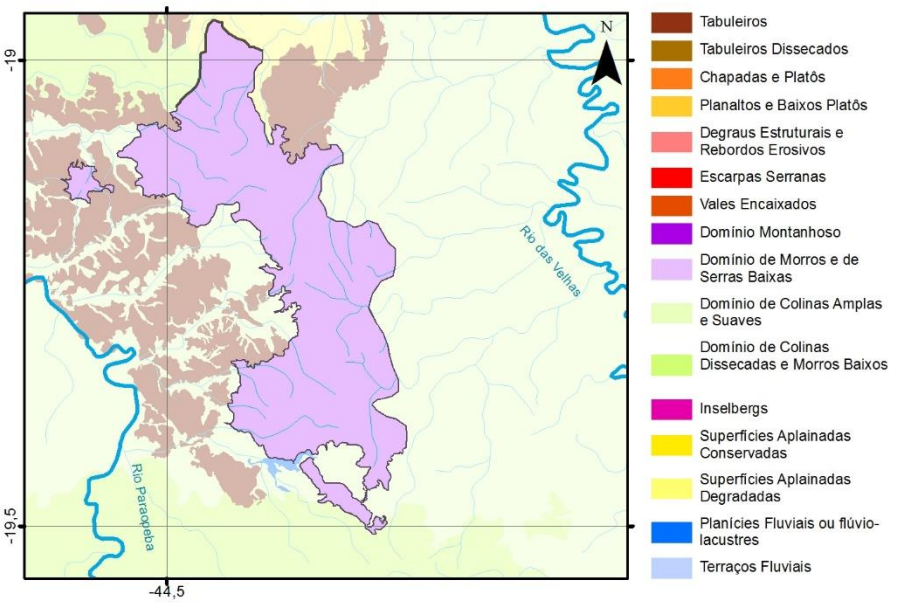


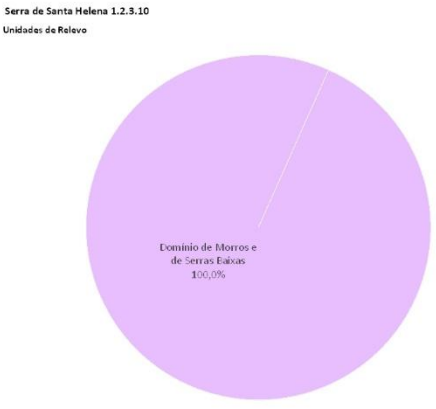
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





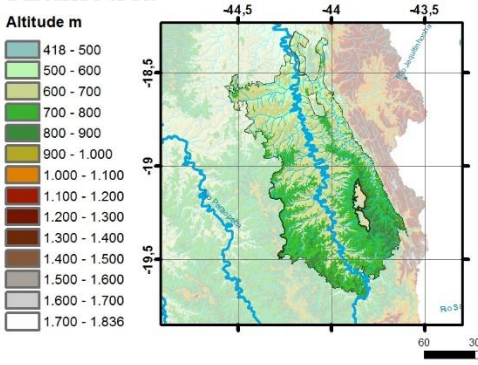
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.3.11 – Colinas Calcáreas do Vale do Rio das Velhas

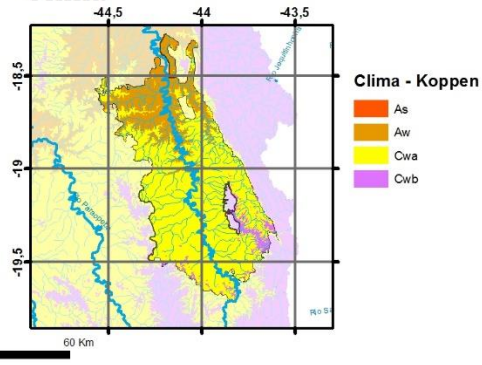


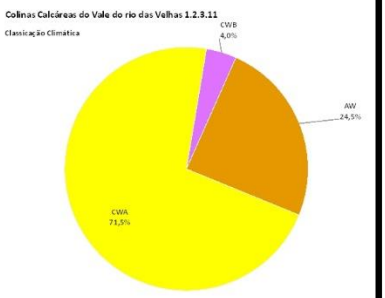
Ecorregião delimitada pelo relevo colinoso e predominantemente calcáreo que acompanha o vale do rio das Velhas desde o município de Lagoa Santa até Curvelo. O clima Cwa predomina em 71,5% da área, mas é "Aw", nas cotas mais baixas e "Cwb" nas partes mais elevadas. A vegetação natural ocupa 51,42% da área total com fitofisionomias típicas do Cerrado.

Altimetria

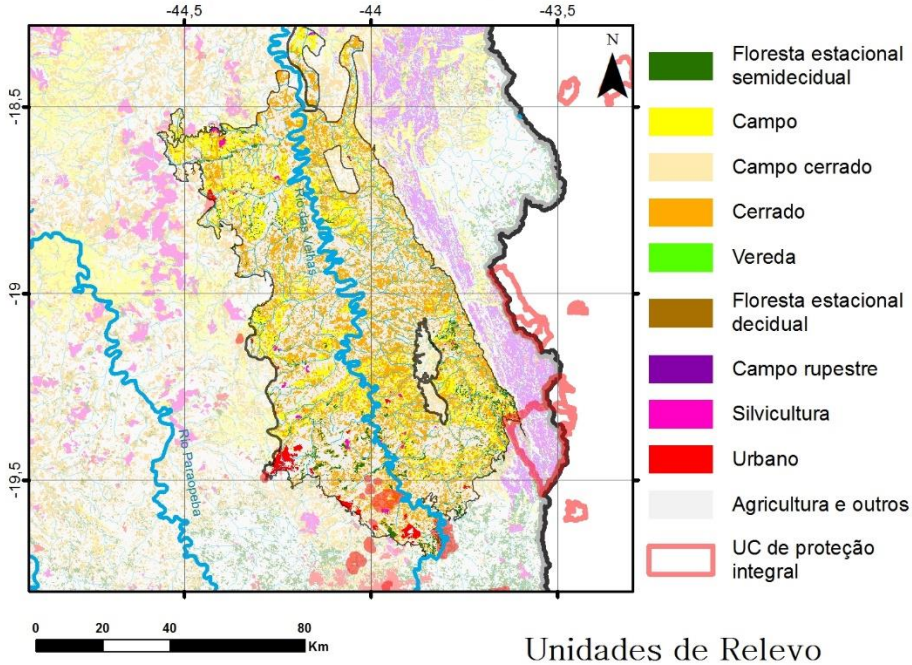


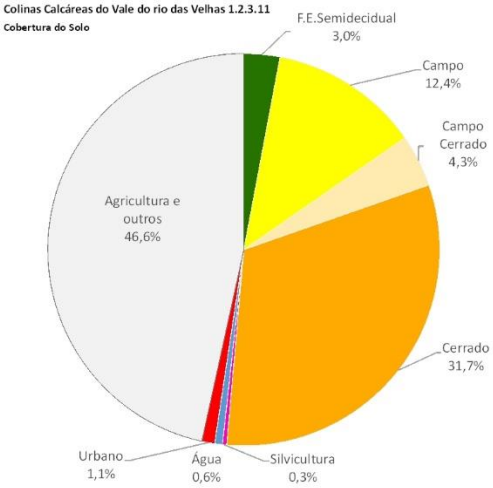
Clima



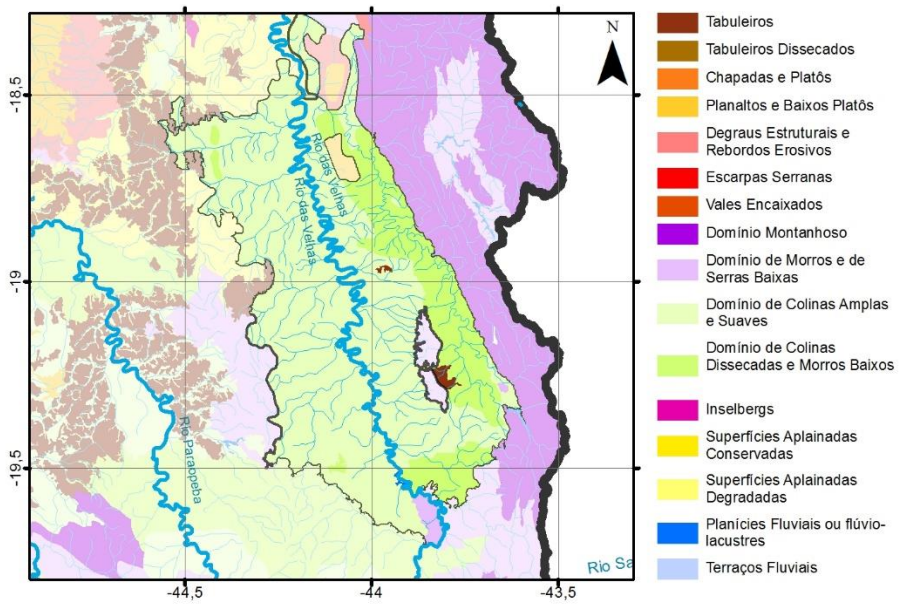


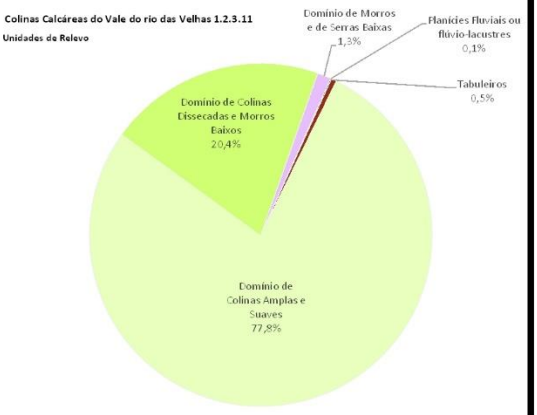
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

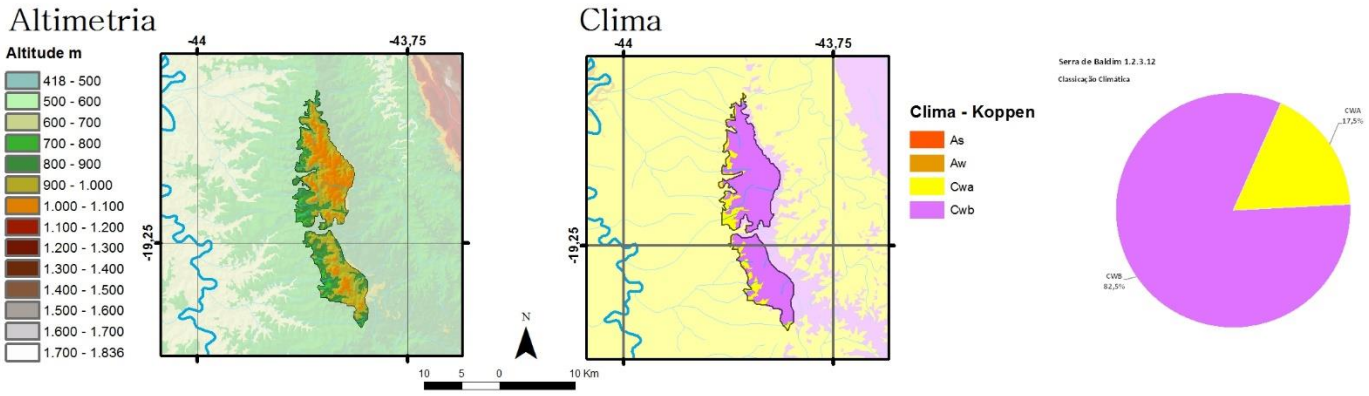




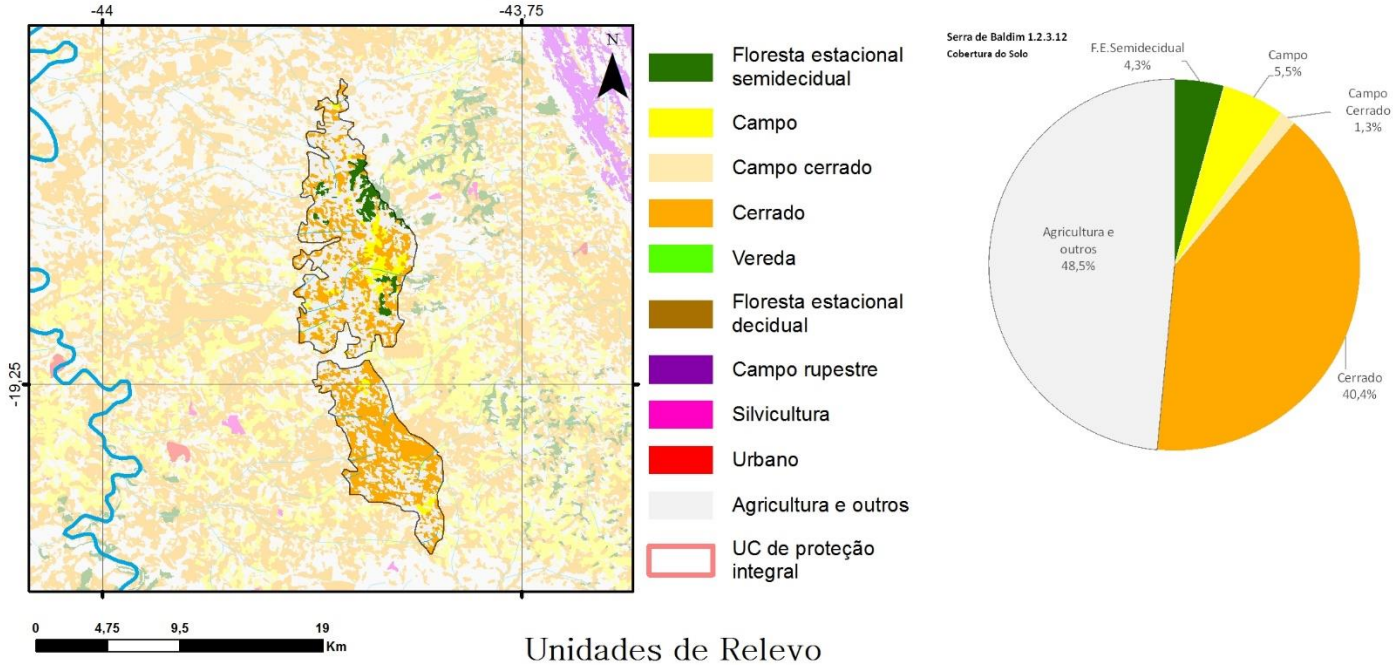
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.3.12 – Serra de Baldim

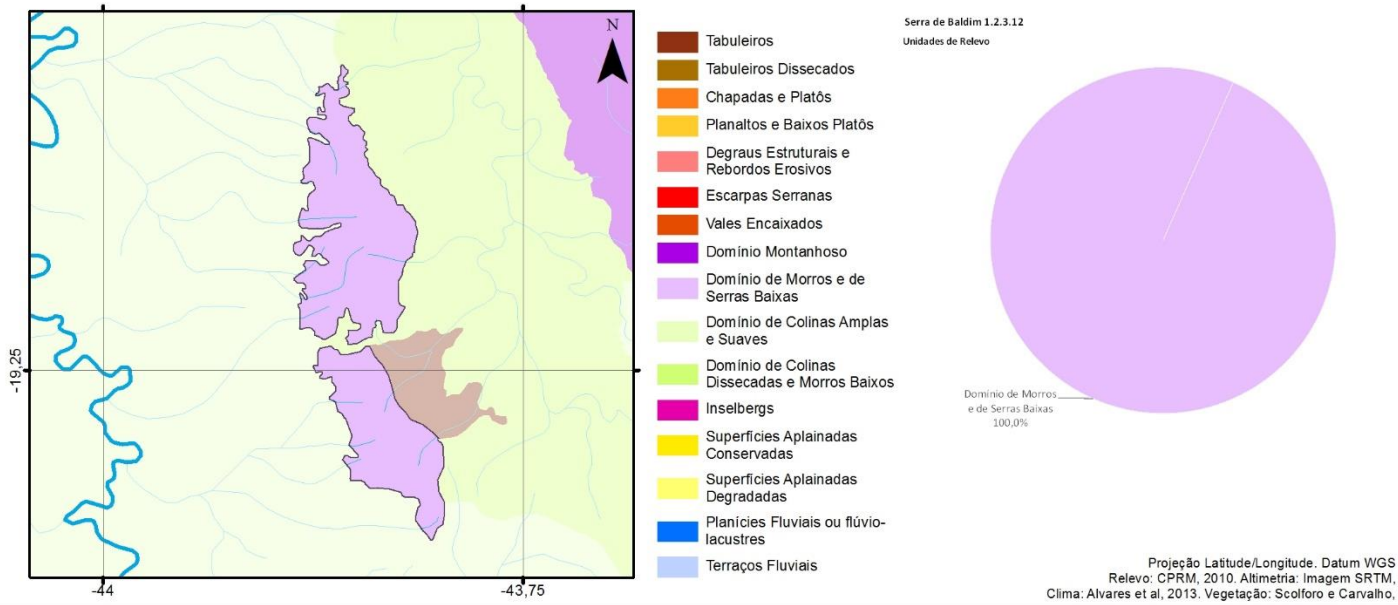
Delimitada pelo Domínio de Morros e de Serras Baixas, a ecorregião corresponde a uma serra baixa e calcária localizada nos municípios de Baldim, Santana de Pirapama e Jequitibá. O clima é Cwb em 82,5% da ecorregião, porem nas áreas mais baixas é "Cwa". A vegetação natural ocupa mais da metade da área e é formada em sua maioria pelo Cerrado *Stricto Sensu*.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo

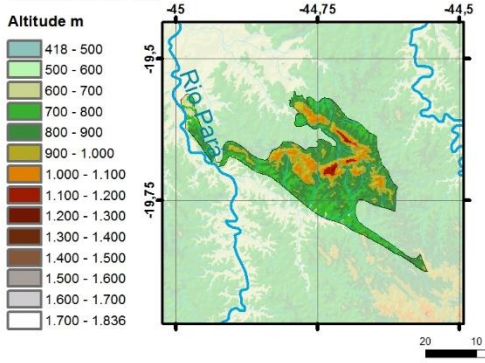


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

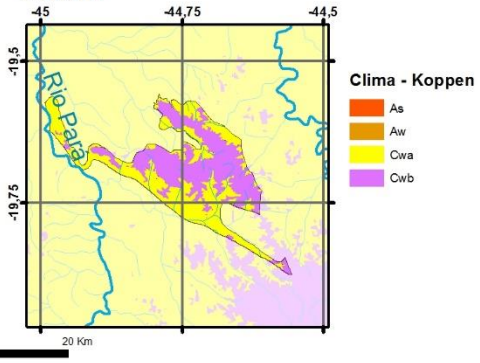
1.2.3.13 – Serras de Onça do Pitangui

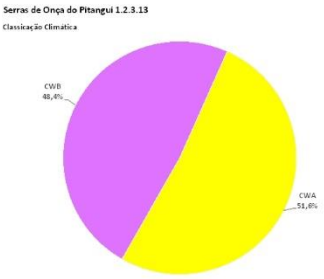
Ecorregião delimitada pelo Domínio Montanhoso. Clima dividido em “Cwb” (48,4%) nas partes de maior altitude e “Cwa” (51,6%) nas cotas mais baixas. A vegetação natural ocupa pouco mais de 35% da área e desse total 62,77% é formada pelo Cerrado *Stricto Sensu.* Contudo, as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam quase 30% dos remanescentes, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

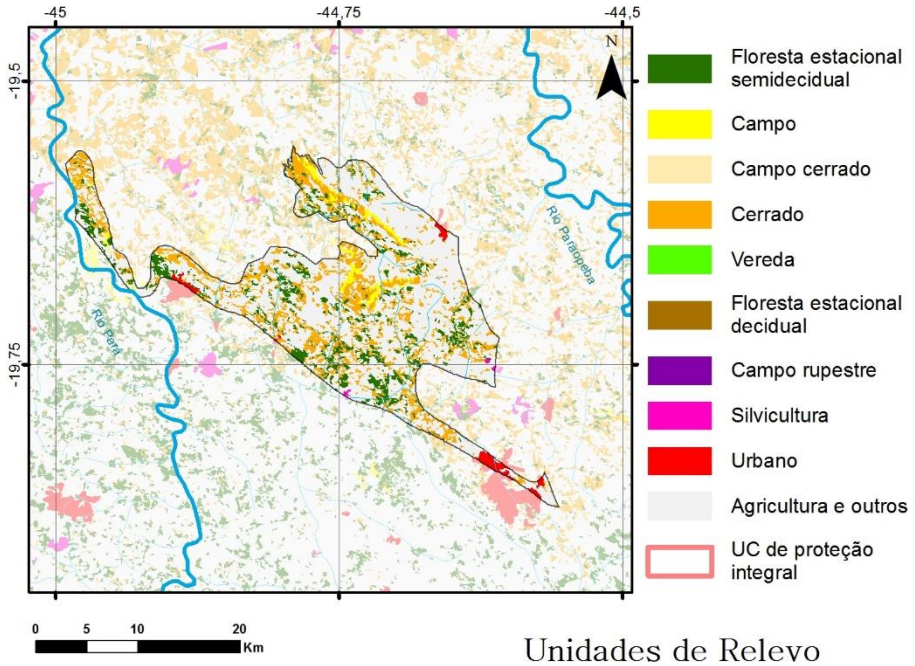


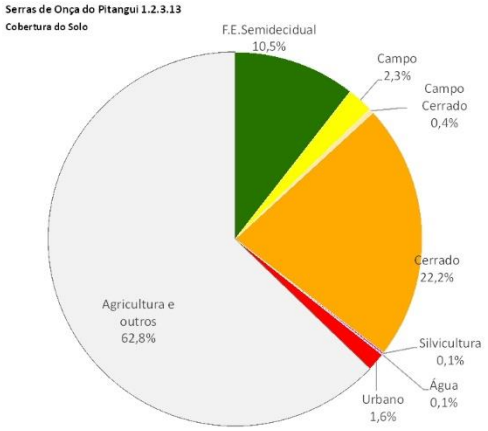
Clima



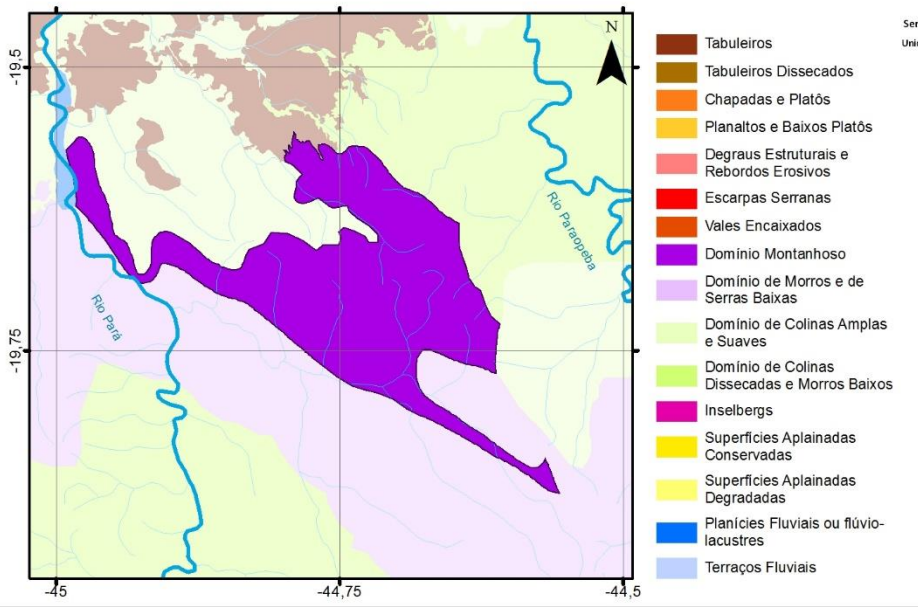


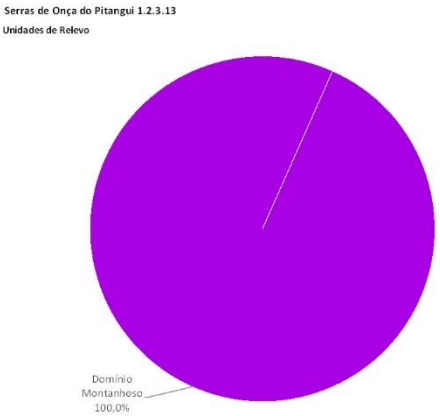
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





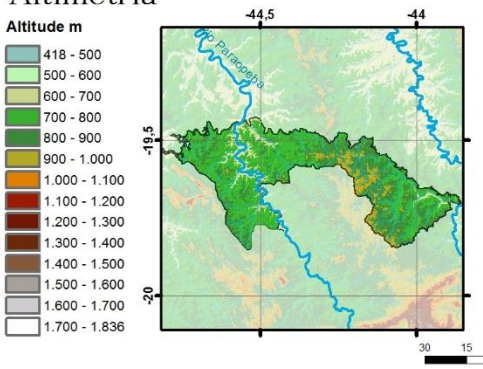
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.3.14 - Depressão RMBH Norte

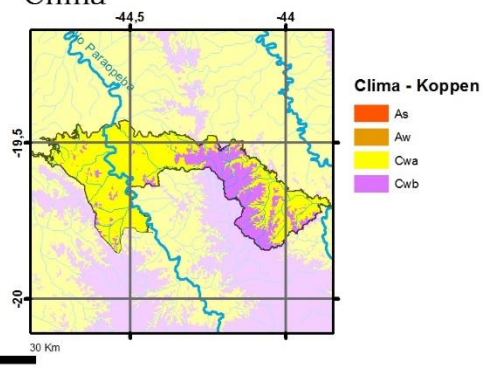


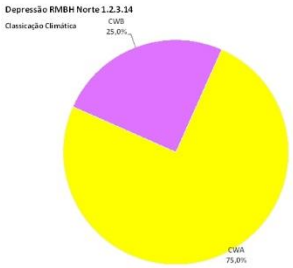
O limite norte é dado pelo Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos e o restante da ecorregião é delimitado pelos remanescentes de Cerrado *Stricto Sensu* que se concentram muito mais claramente nesta ecorregião do que na ecorregião vizinha "1.3.2.3 - Depressão RMBH Sul. O relevo é colinoso em toda a extensão. O clima predominante é "Cwa" na maior parte e "Cwb" nas áreas mais elevadas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 34% da ecorregião e desse total o Cerrado *Stricto Sensu* ocupa quase 70%. Contudo as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam mais de 20% dos remanescentes, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

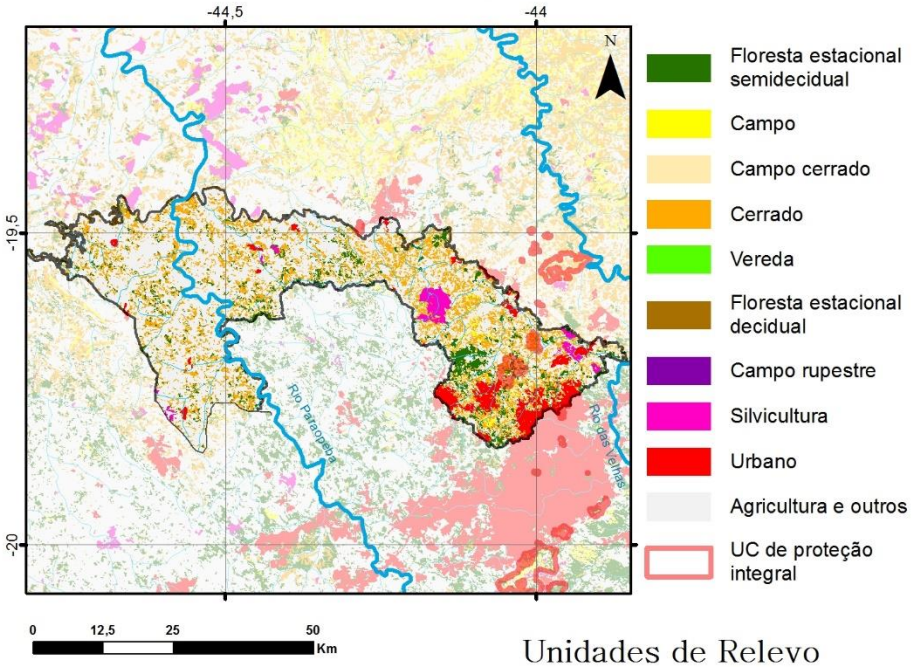


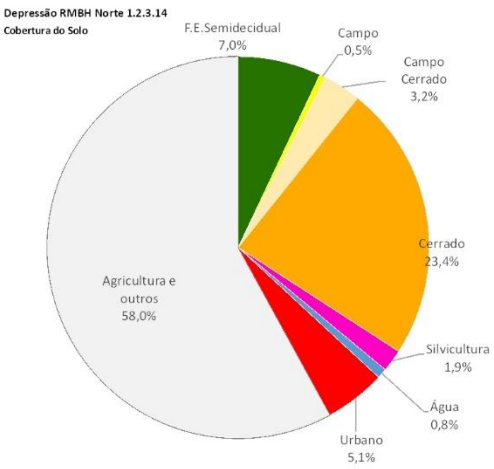
Clima



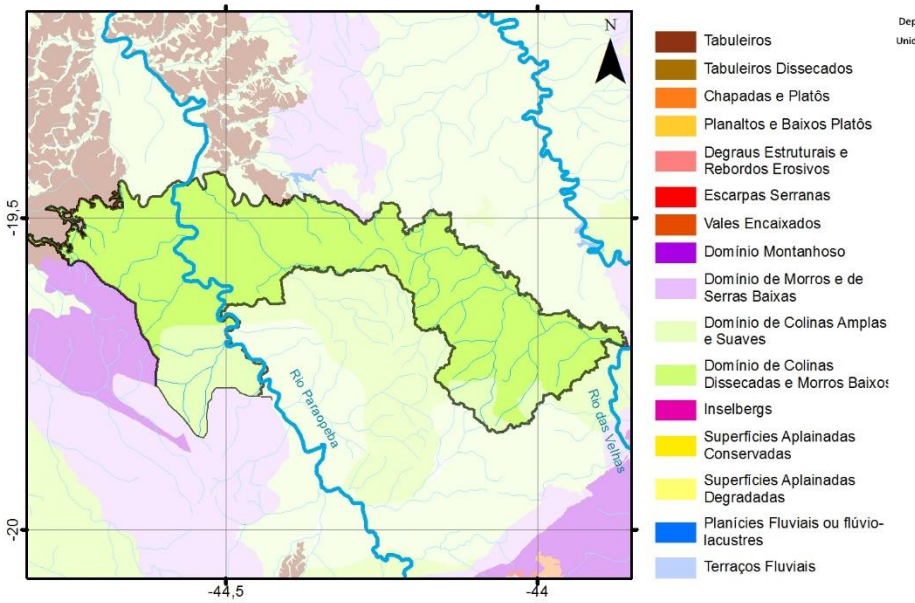


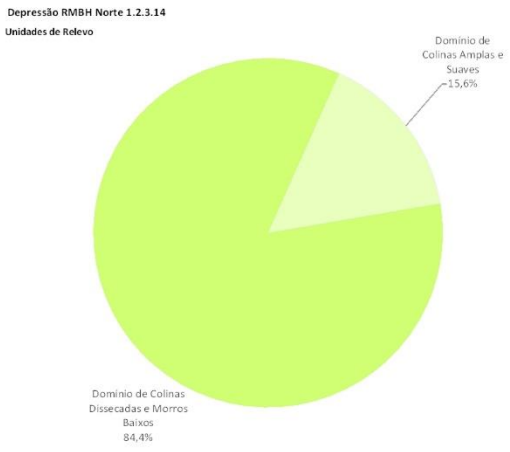
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



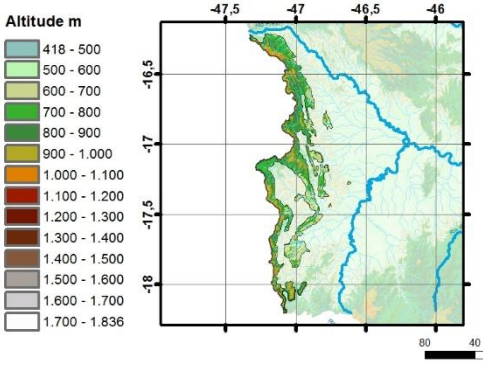


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

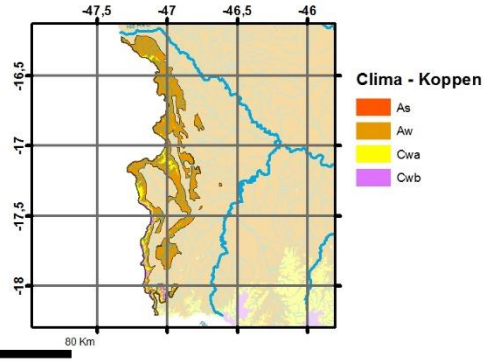
1.2.4.1 – Serras da Contagem e Araras

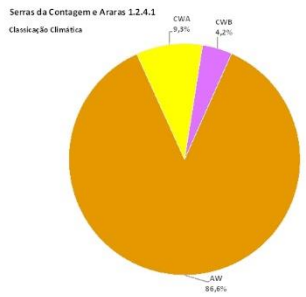
A ecorregião é delimitada por áreas mais elevadas do que as adjacências. Esta delimitação é dada pelo agrupamento de Terrenos planos elevados (Planaltos e baixos platôs/ Chapadas e platôs) com os terrenos acidentados (Domínio de Morros e Serras Baixas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos e Escarpas Serranas), abarcando também alguns Inselbergs. O clima é predominantemente "Aw". Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 46% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa 38,27%, a vegetação campestre 28,46% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam 32,60% dos remanescentes, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

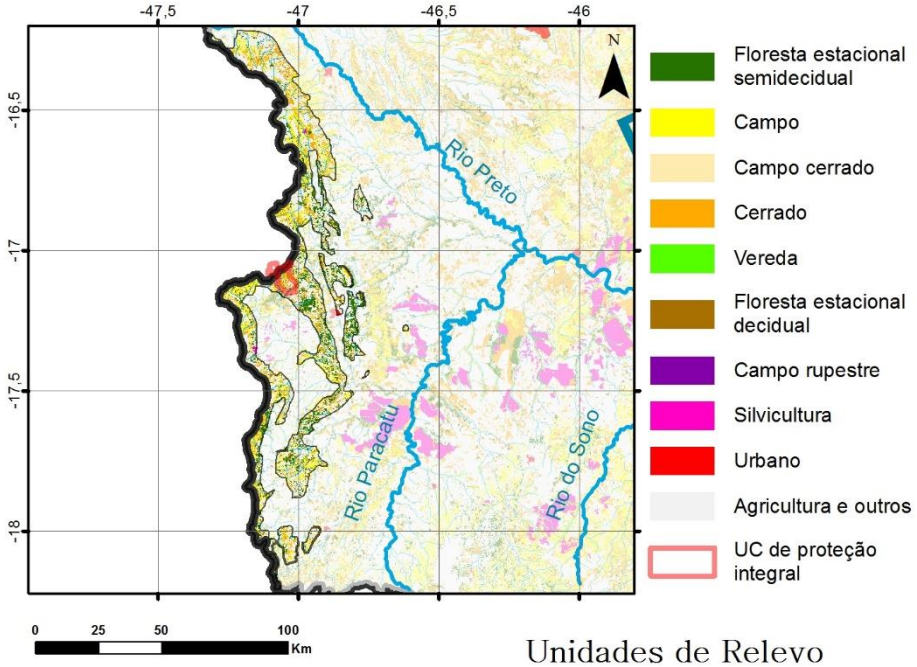


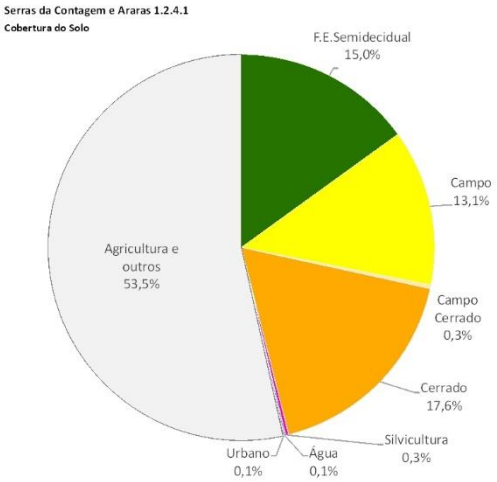
Clima



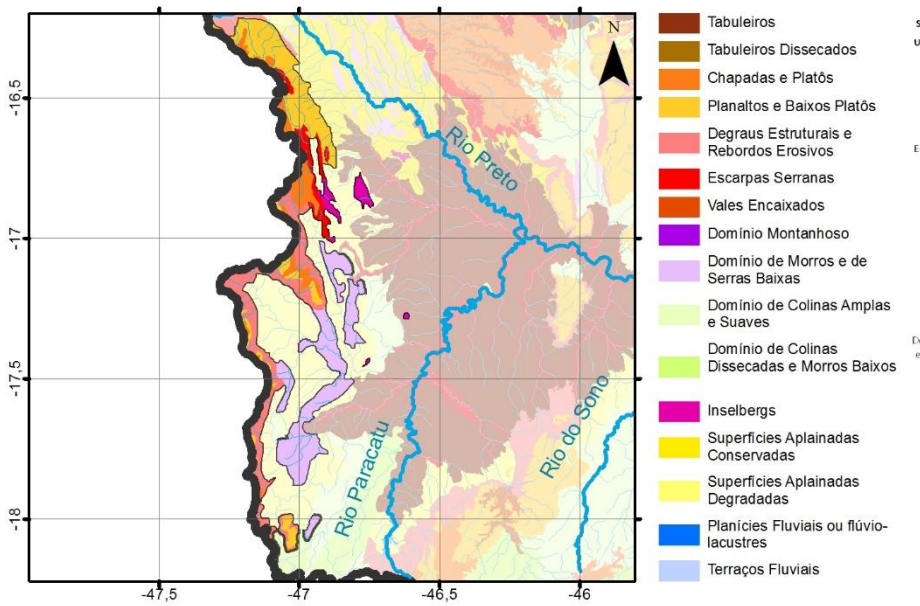


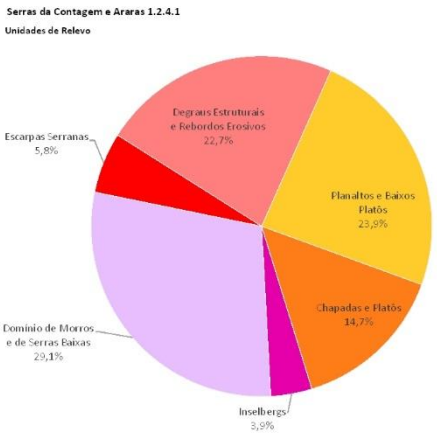
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

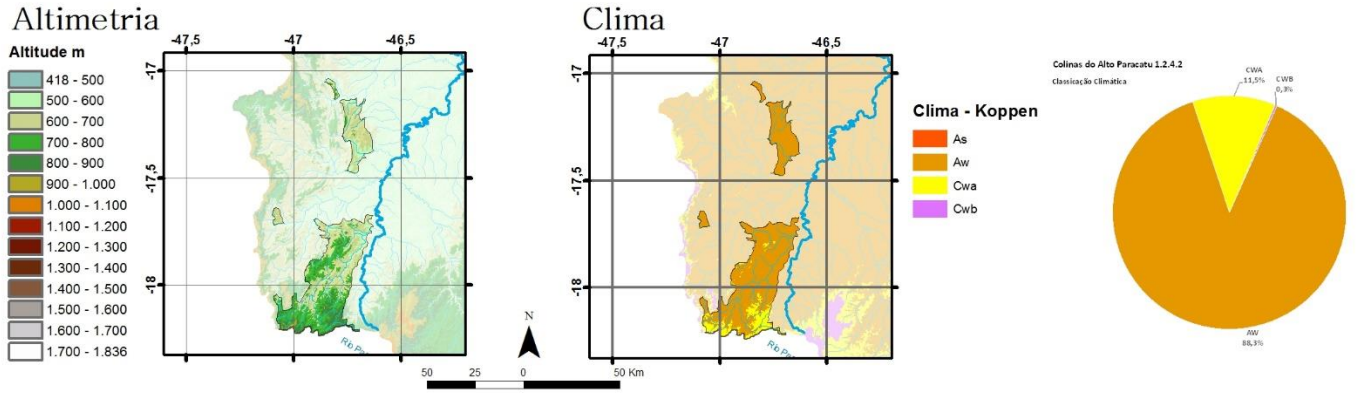




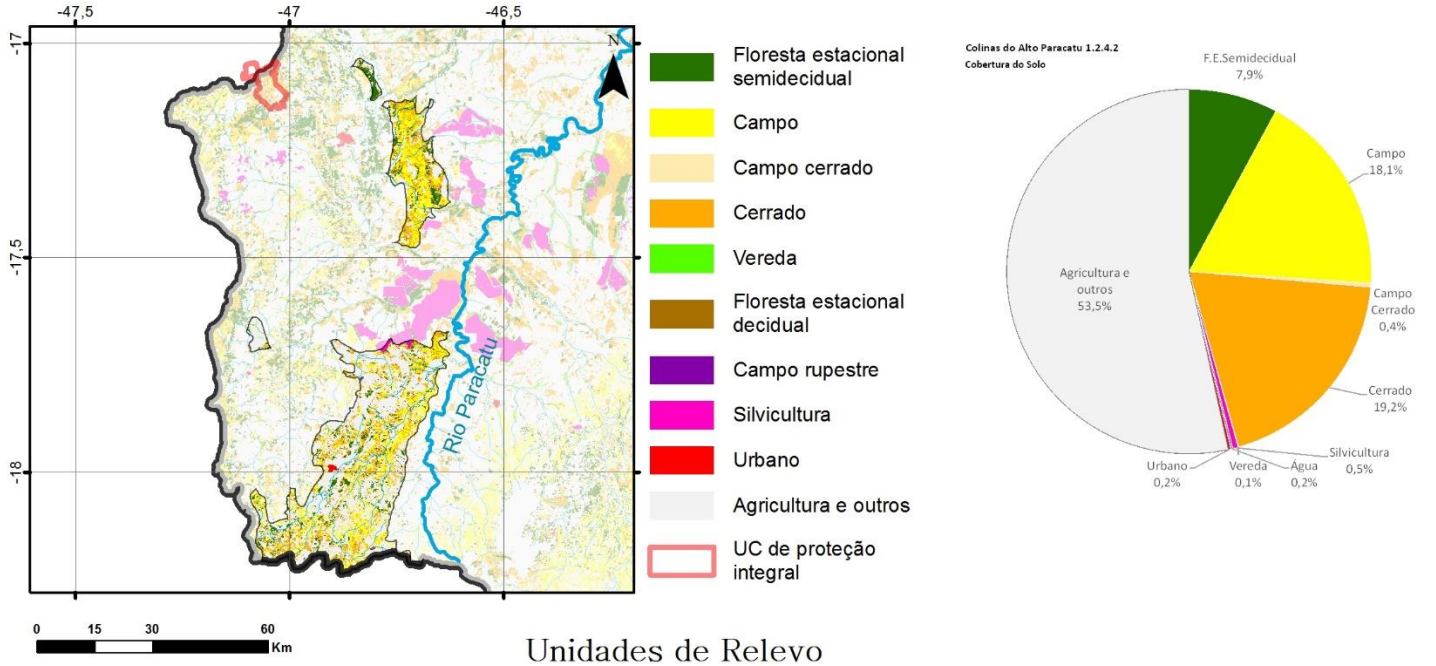
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.4.2 – Colinas do Alto Paracatu

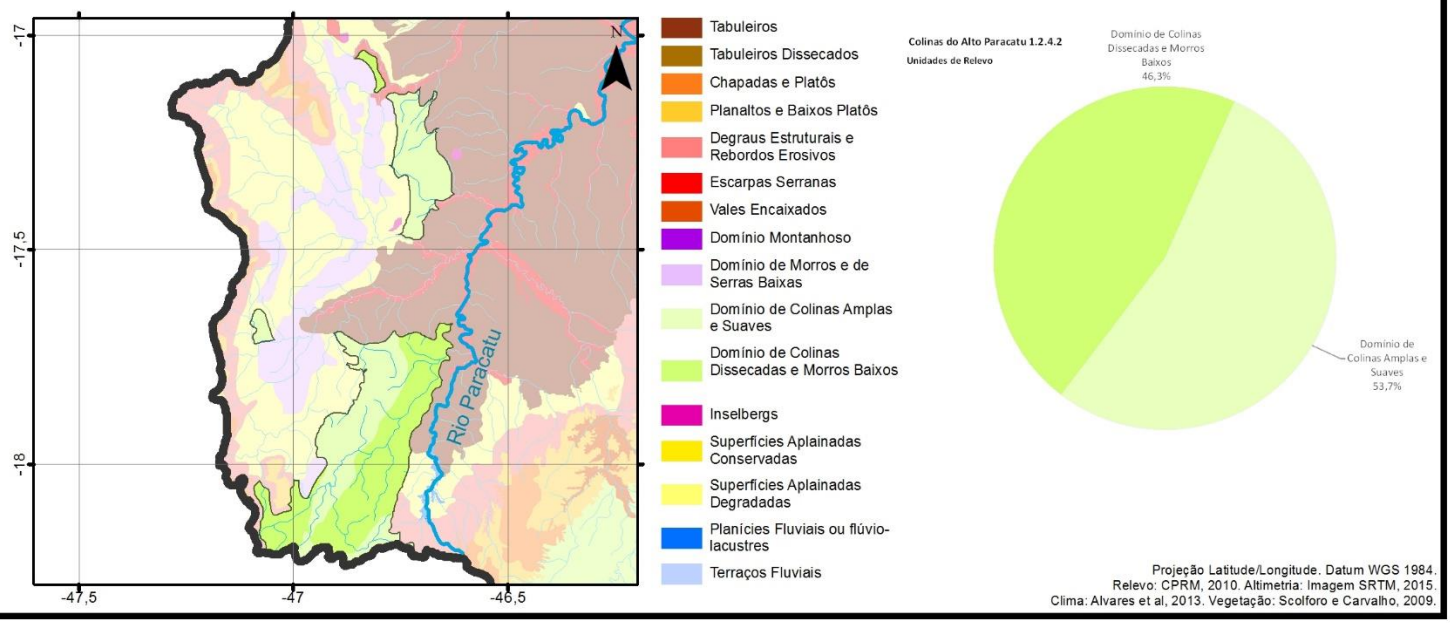
Ecorregião definida pelo relevo colinoso (Domínio de Colinas Amplas e Suaves e Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos). O clima é predominantemente "Aw", sendo "Cwa" apenas em algumas área mais baixas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 46% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa 42,13%, a vegetação campestre quase 40% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam 17,28 % dos remanescentes, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo

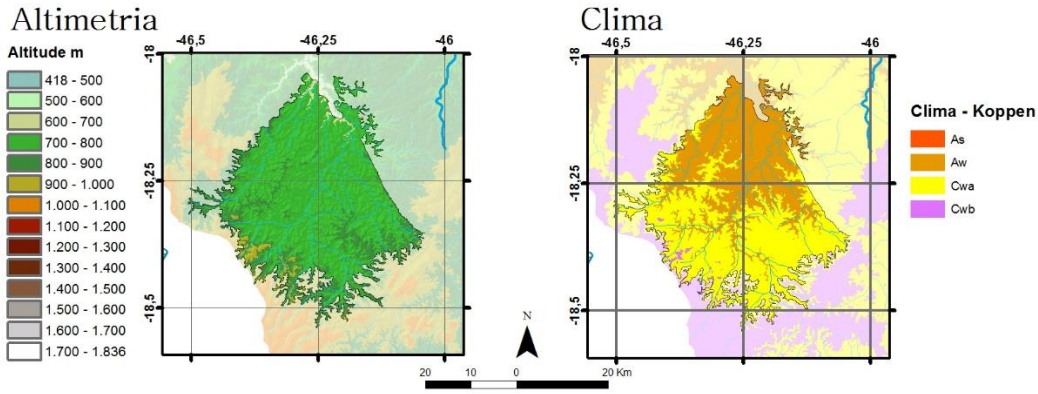


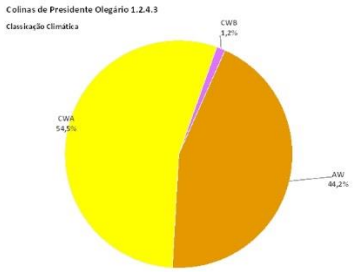
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.4.3 – Colinas de Presidente Olegário

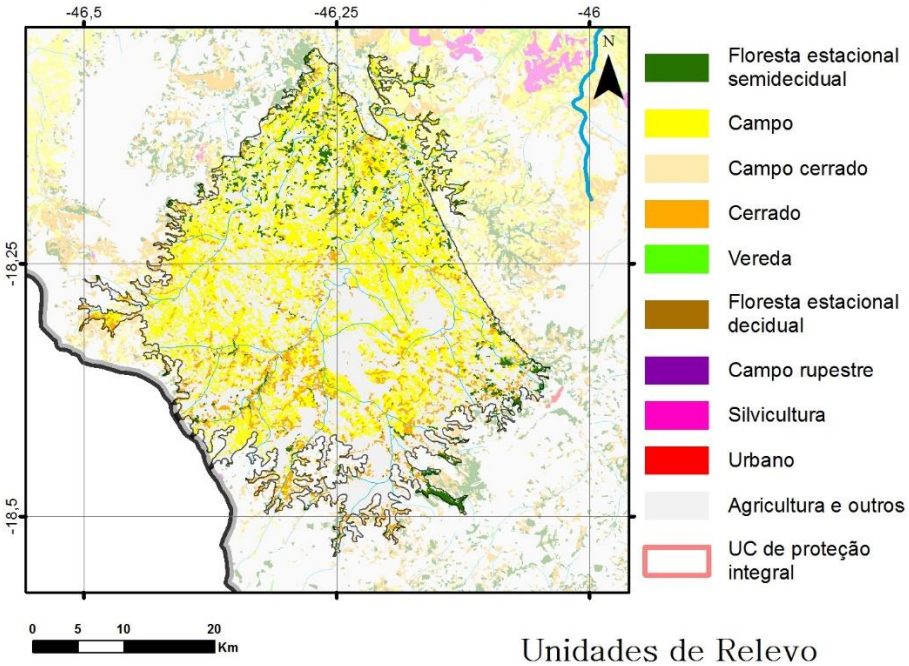


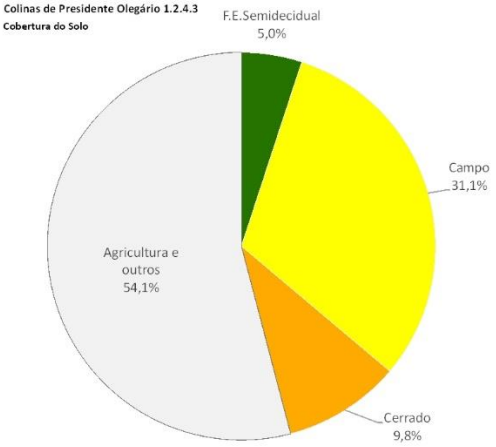
Ecorregião definida pelo padrão de relevo Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos. O clima se escalona das área mais baixas para as mais altas em "Aw" (44,2%), "Cwa" (54%) e "Cwb" (1,2%). Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 46% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa 21,27%, a vegetação campestre quase 68% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 11 %.



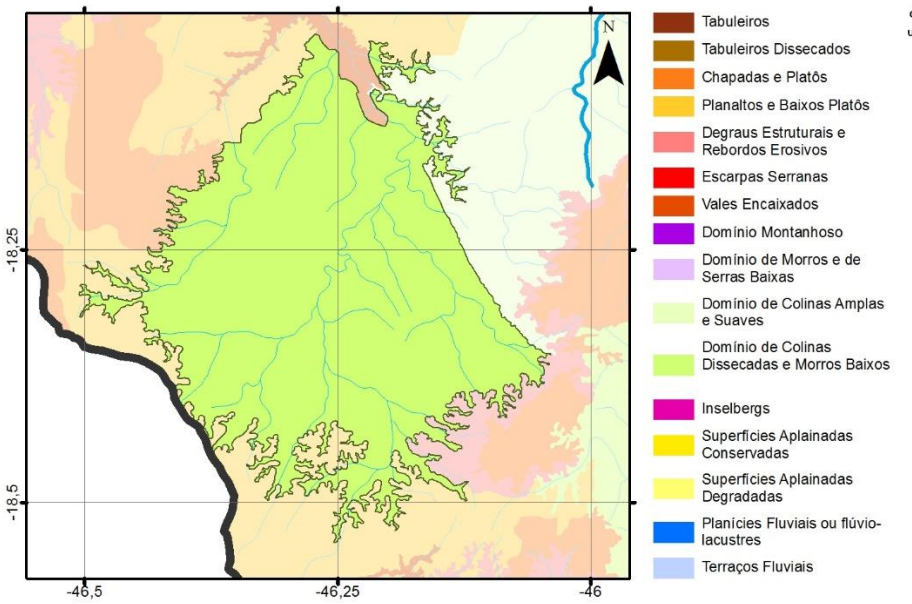


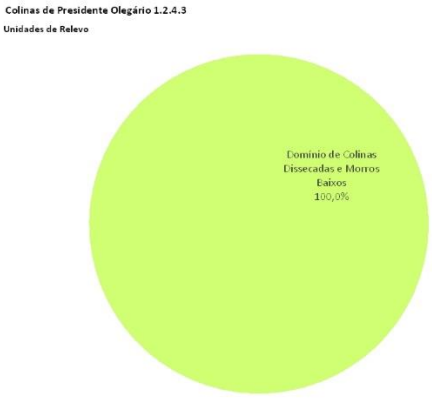
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



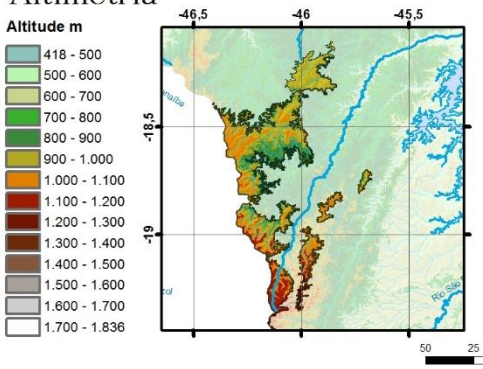


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

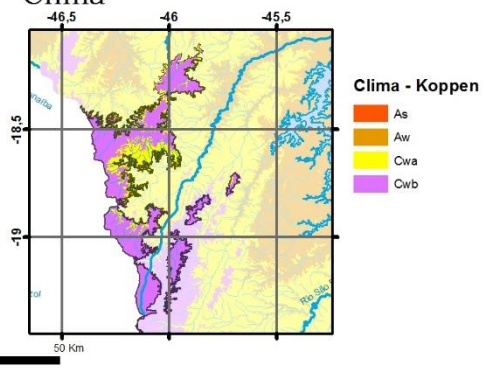
1.2.4.4 – Platôs do Alto Abaeté

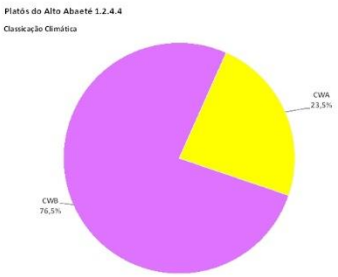
Ecorregião definida por Terrenos planos elevados (Planaltos e baixos platôs/ Chapadas e platôs) e Terrenos acidentados associados (Degraus estruturais e rebordos erosivos/Vales encaixados). O clima é predominatemene “Cwb” (76,5%) e “Cwa” apenas nas áreas mais baixas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam menos de 15% da ecorregião e desse total o Cerrado Sticto Sensu ocupa 32,75%, a vegetação campestre 24,16% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 42,36%, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica. No entanto, a baixa representatividade dos remanescentes em relação a área total pode não refletir as características originais da ecorregião.

Altimetria

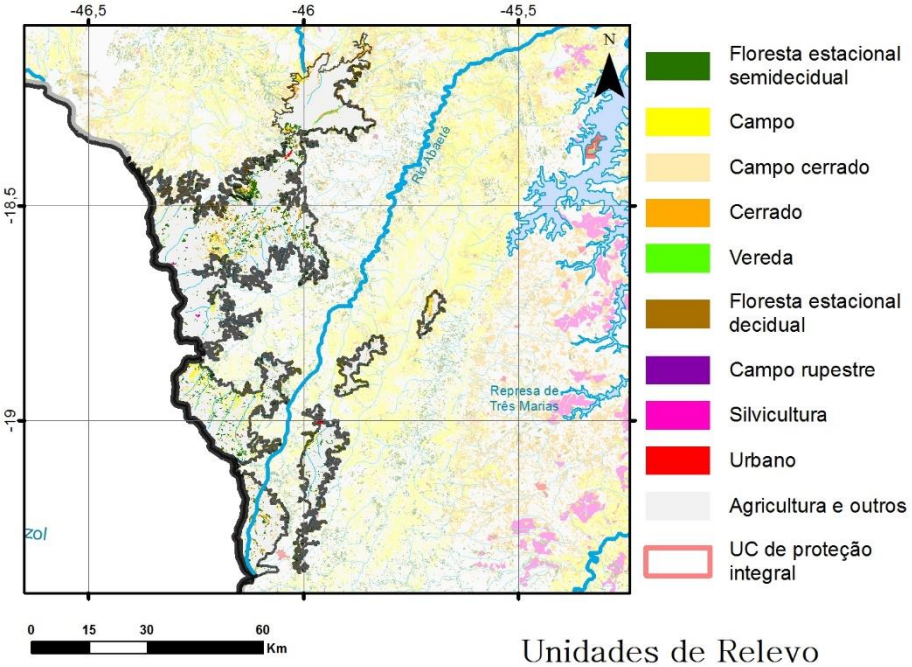


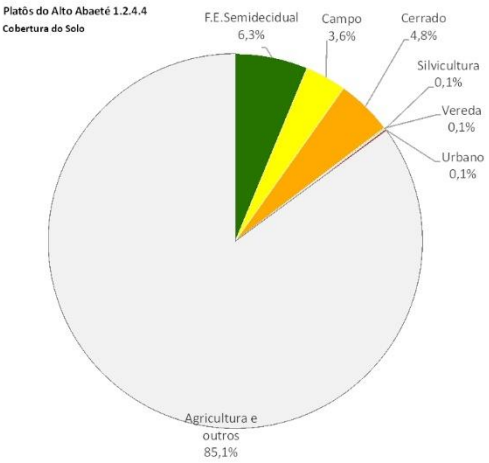
Clima



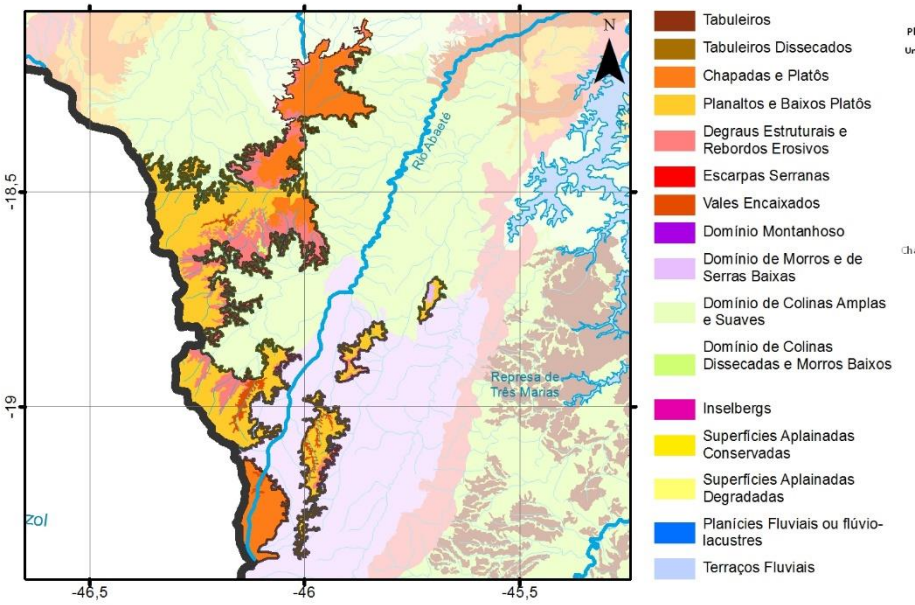


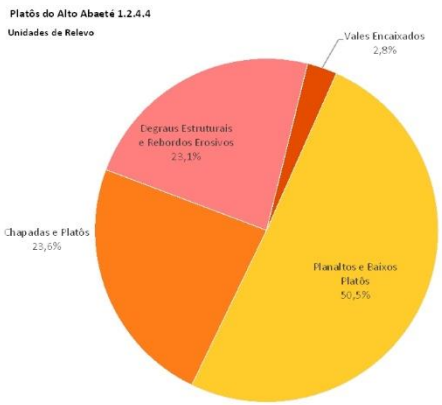
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





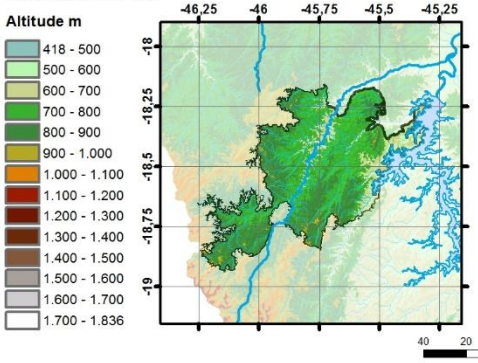
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.4.5 – Colinas do Abaeté/Borrachudo

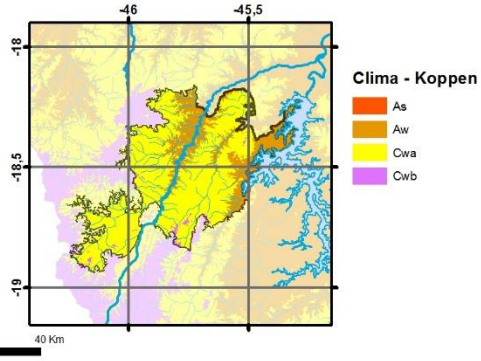


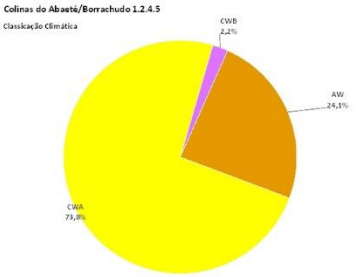
Ecorregião delimitada pelos padrões de relevo colinosos, Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos (88%) e Domínio de Colinas Amplas e Suaves (4,7%), além de um Degrau Estrutural/Rebordo Erosivo, que margeia o oeste da ecorregião. O clima predominate é "Cwa", ocupando 71,8%, mas nas áreas mais baixas é "Aw". Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 39% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa 21%, a vegetação campestre quase 65% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 14 %, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

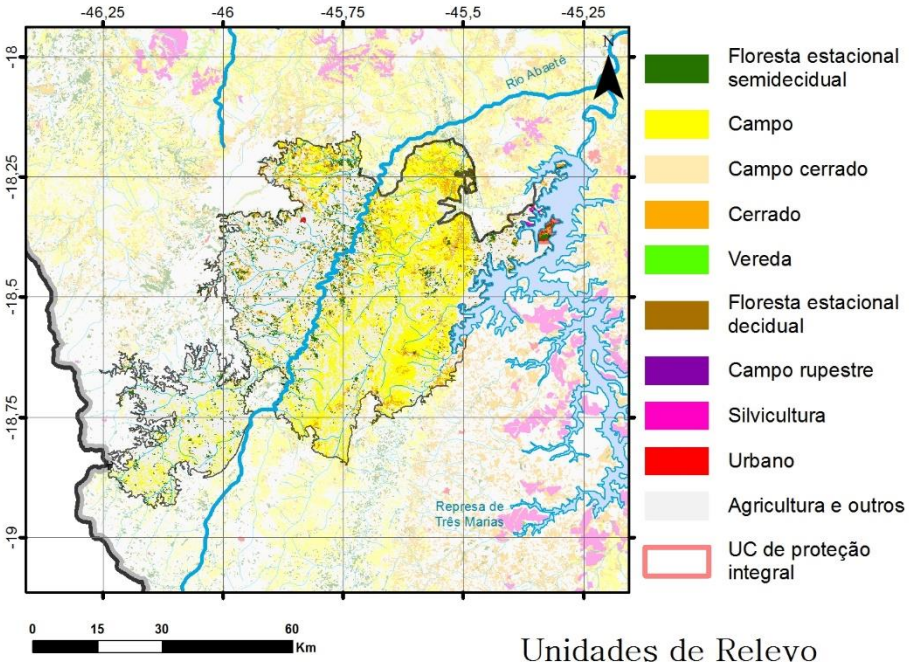


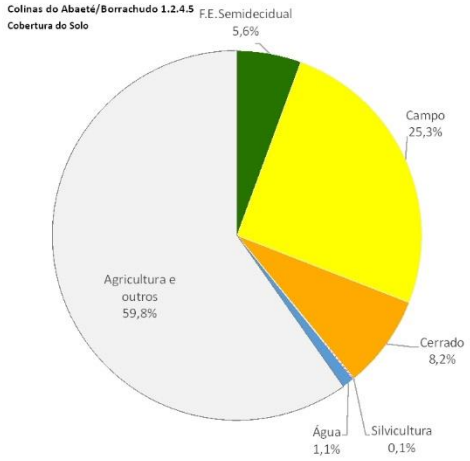
Clima



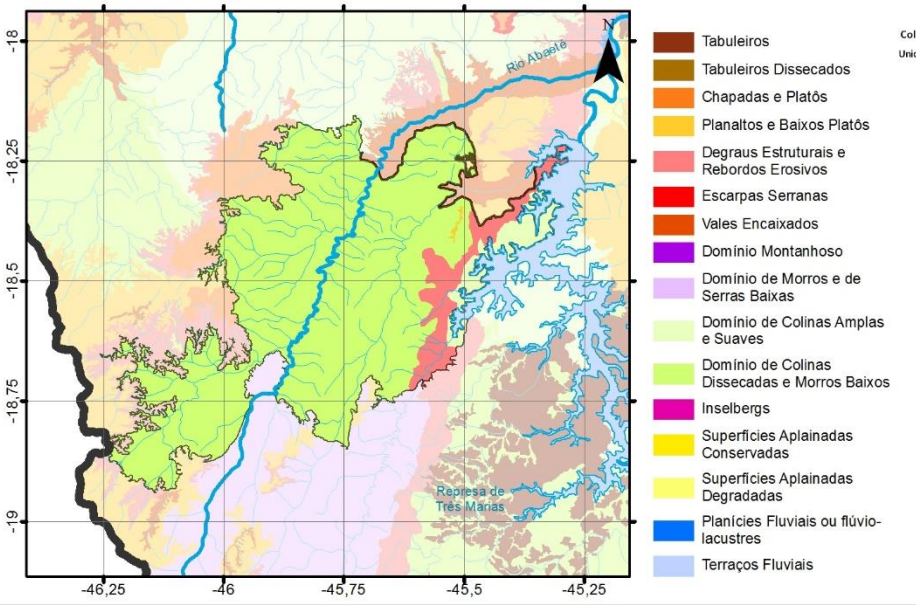


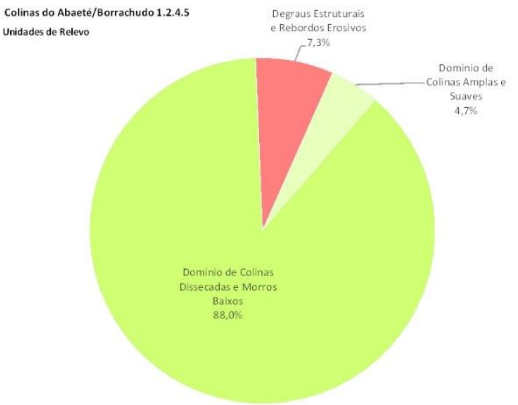
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



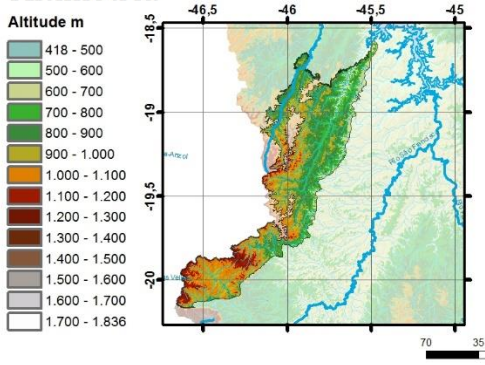


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

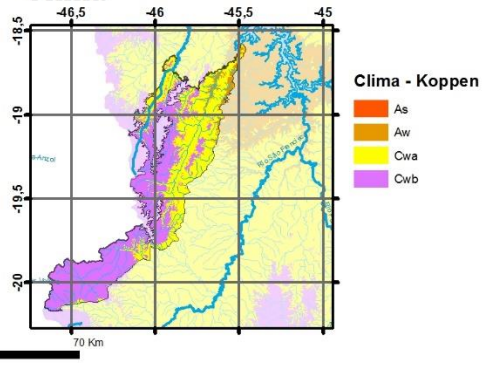
1.2.4.6 – Platôs do Alto Abaeté

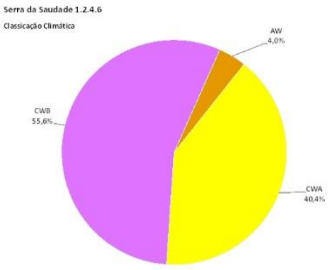
Ecorregião delimitada por terrenos acidentados. Domínio de morros e de serras baixas bordejado por Escarpas serranas e Degraus estruturais/rebordos erosivos. O clima escalona-se das área mais baixas para as mais altas em “Aw” (4%), “Cwa”(40,4%) e “Cwb” (55,6%). Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 38% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa apenas 8%, a vegetação campestre 65% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 27 %, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

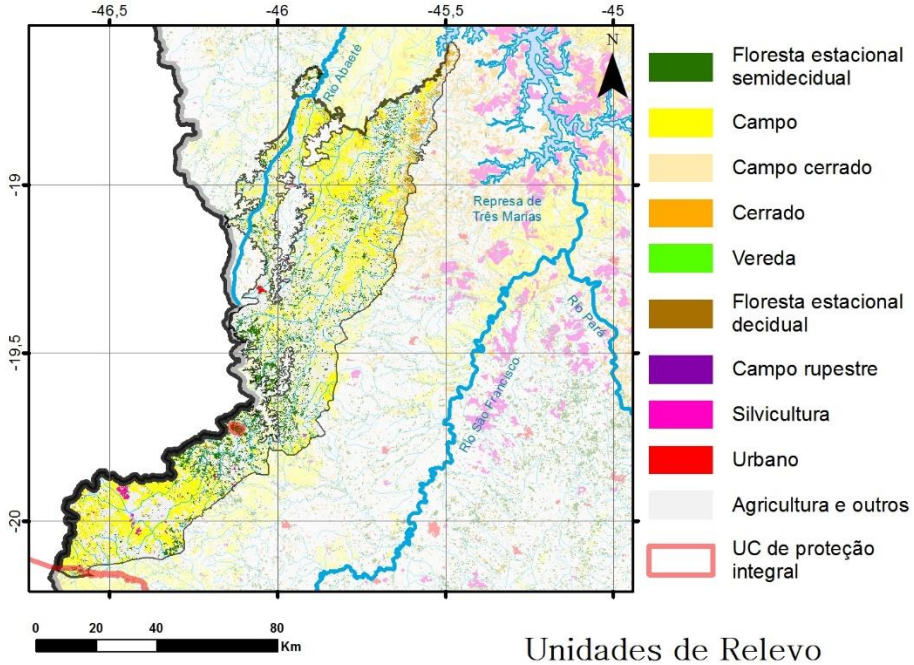


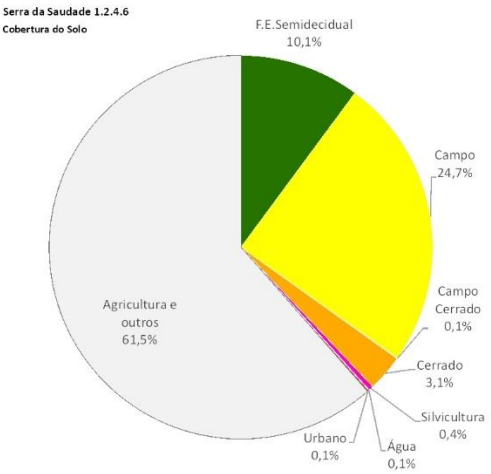
Clima



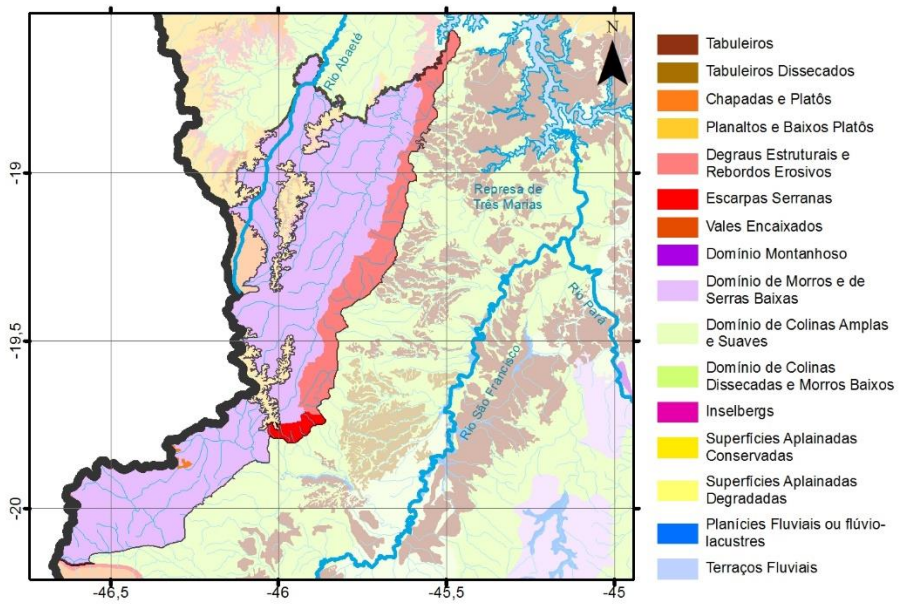


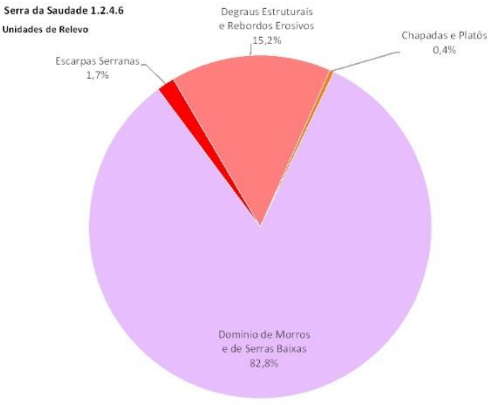
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



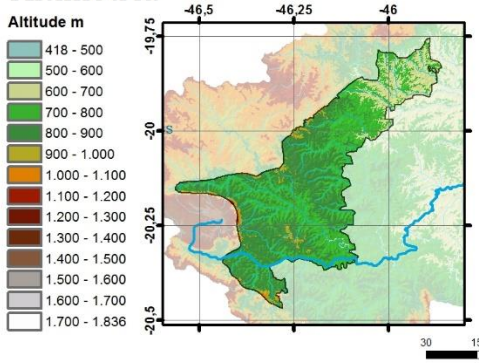


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

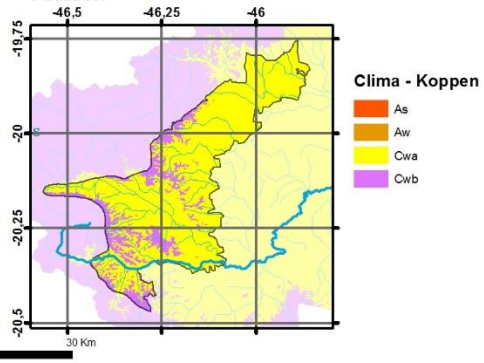
1.2.4.7 – Colinas Campestres do Alto São Francisco

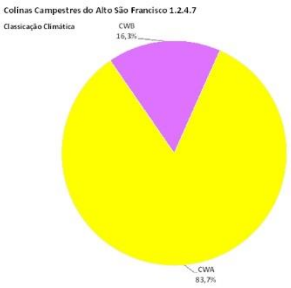
Ecorregião delimitada a oeste pelos limites do padrão de relevo "Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos" e a leste pela concentração da fitofisionomia Campo. Em um pequeno trecho, no sudeste da ecorregião, o limite é dado pelo rio São Francisco. O clima é predominantemente "Cwa" (83,7%), ocorrendo "Cwb" apenas nas áreas mais elevadas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 37% da ecorregião e desse total o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa apenas 4,28%, a vegetação campestre mais de 80% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 15 %, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

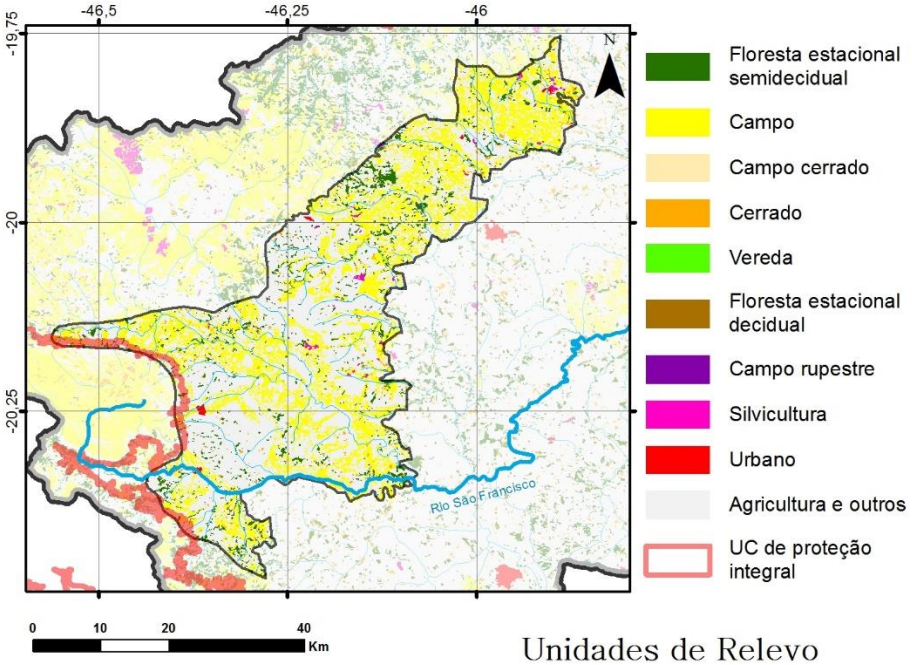


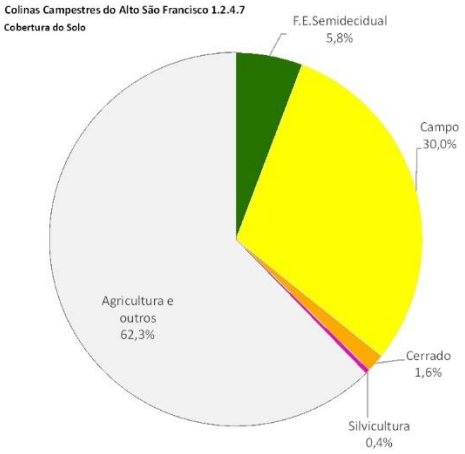
Clima



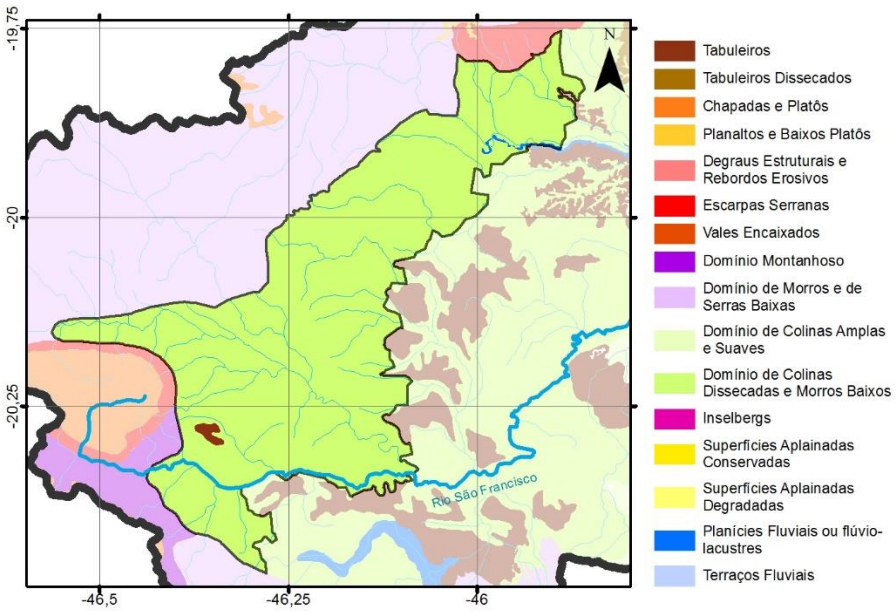


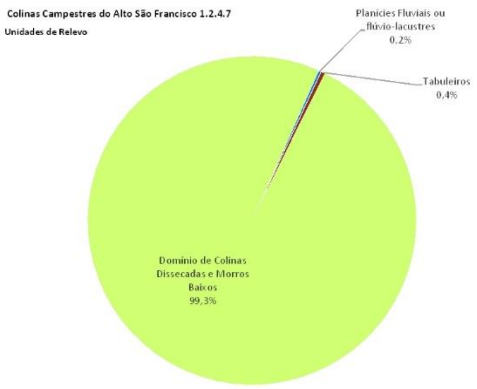
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



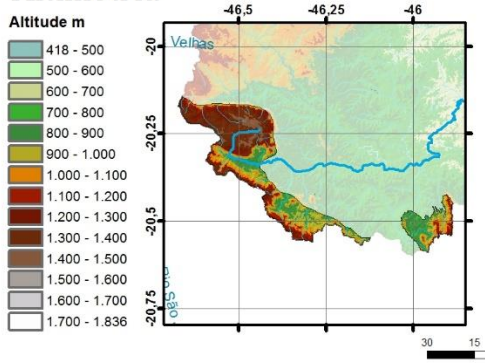


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

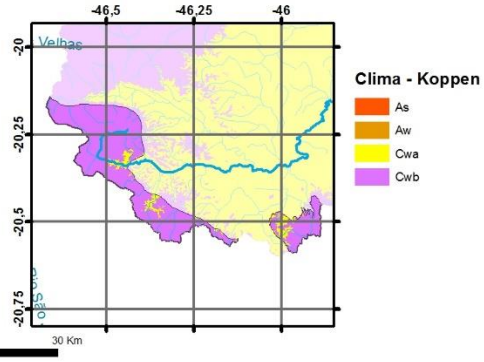
1.2.4.8 – Serra da Canastra

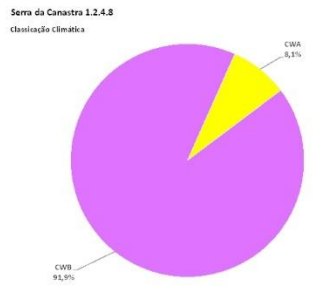
Ecorregião consiste na vertente sanfranciscana da Serra da Canastra. É delimitada por um grande chapadão, padrão Chapadas e Platôs, bordejado por Escarpas Serranas, além do Domínio Montanhoso e Morros e Serras Baixas que se desdobram a leste. Ao sul o limite é dado pelo limite da área de estudo. Apesar de boa parte da ecorregião estar dentro de um Parque Nacional, os remanescentes de vegetação natural ocupam pouco mais de 50% da área total. Desse montante o Cerrado *Sticto Sensu* ocupa apenas 5%, a vegetação campestre 74% e as Florestas Estacionais Semideciduais ocupam cerca de 20 %, configurando assim essa ecorregião como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica.

Altimetria

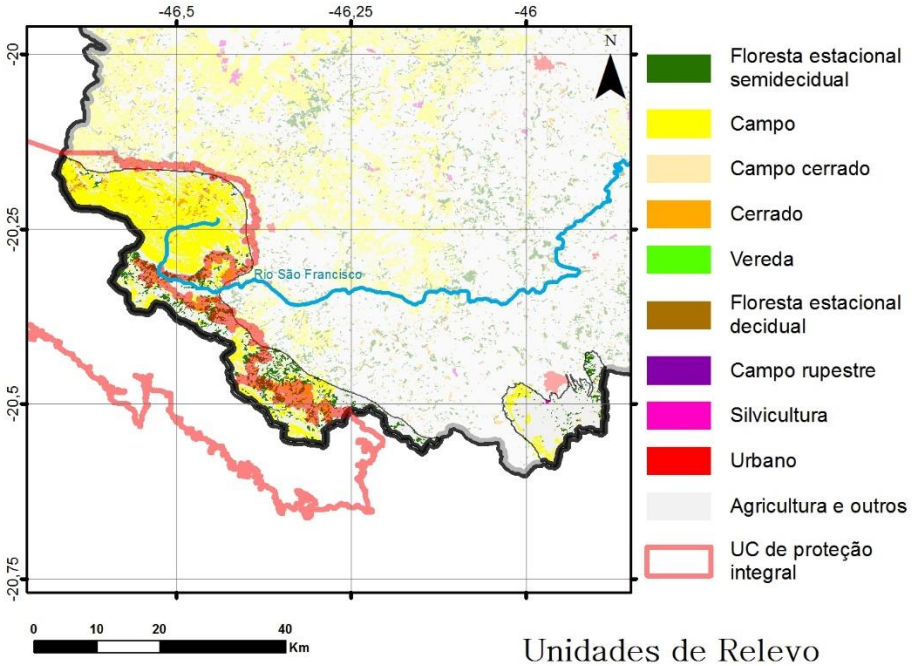


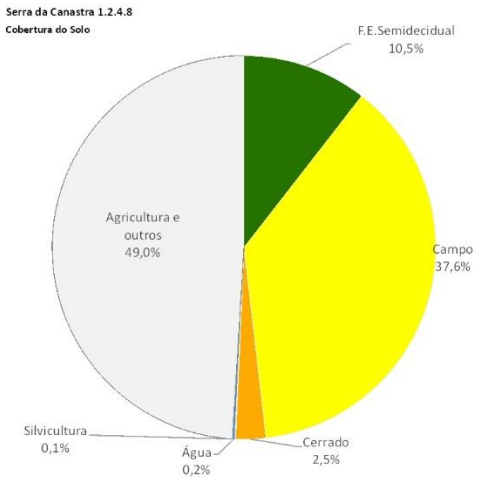
Clima



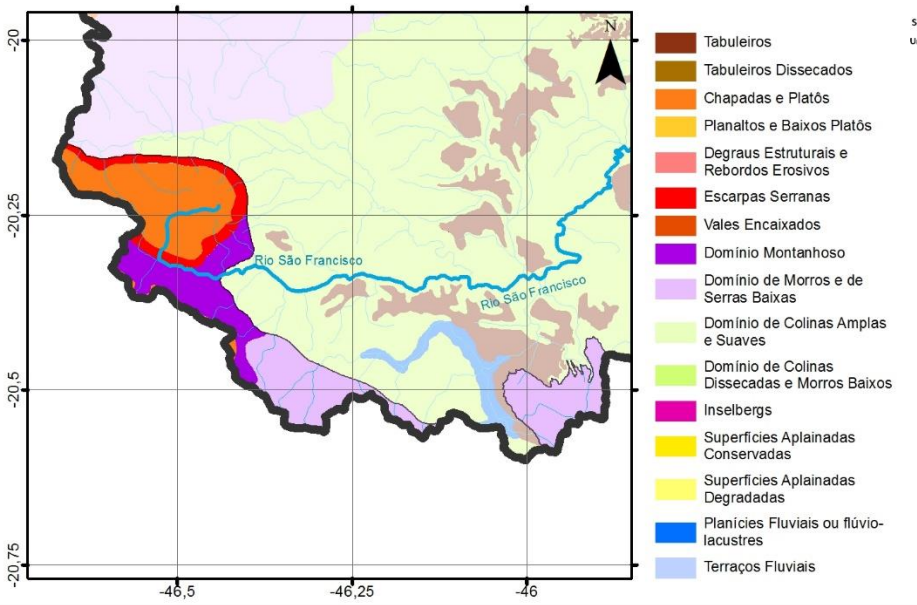


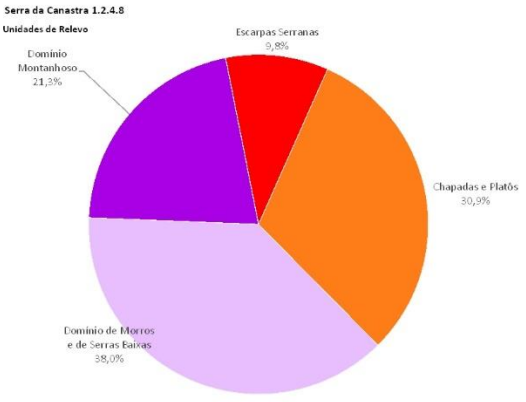
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

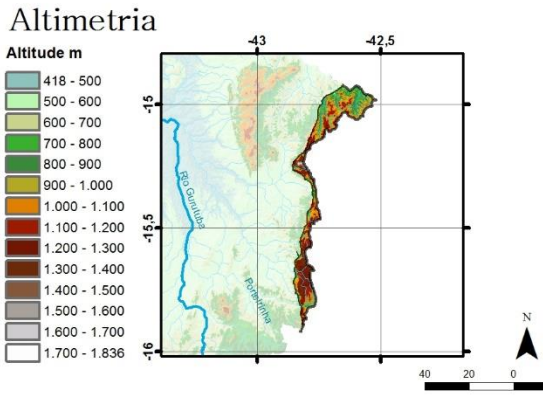


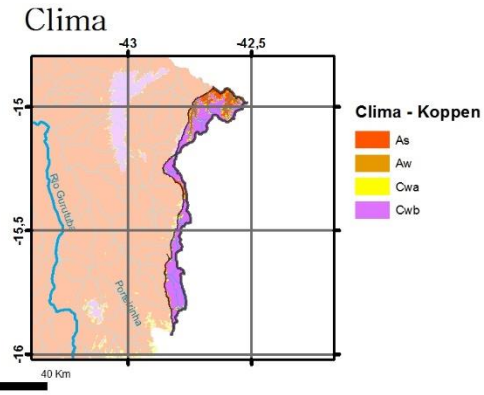


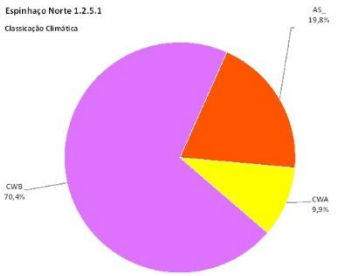
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

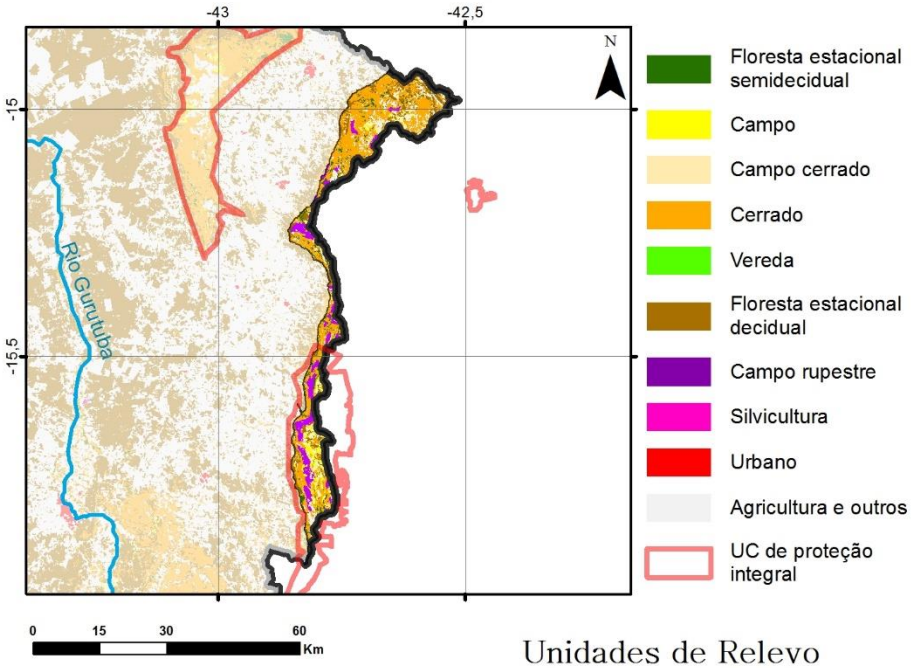
1.2.5.1 – Espinhaço Norte

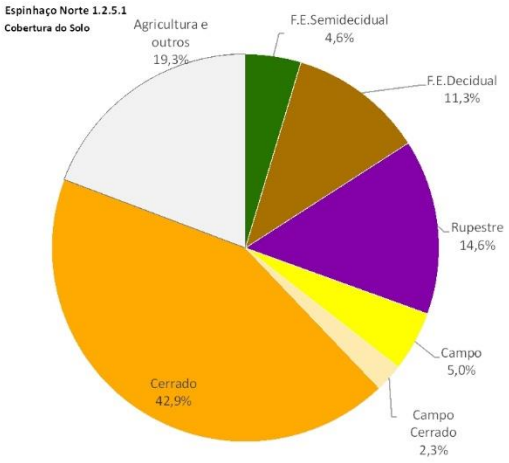
A ecorregião consiste no extremo norte da Serra do Espinhaço na área de Estudo. É delimitada pelo Domínio Montanhoso bordejado por Escarpas Serranas e alguns Morros e Serras Baixas. A leste o limite é dado pelo limite da área de estudo. O clima escalona-se das área mais baixas para as mais altas em "As" (19,8%), "Cwa"(9,9%) e "Cwb" (70,4%). Os remanescentes de vegetação natural ocupam quase 81% da área total. Esta ecorregião é a que possui o segundo maior percentual de vegetação natural dentre as ecorregiões Nível IV estudadas. Desse montante o Cerrado *Stricto Sensu* ocupa cerca de 53%, outras fitofisionomias do Cerrado cerca de 9%, os campos rupestres 18% e as Florestas Estacionais Deciduais ocupam cerca de 20 %. Assim, a ecorregião além de apresentar uma vegetação de altitude também se configura como uma área de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga.

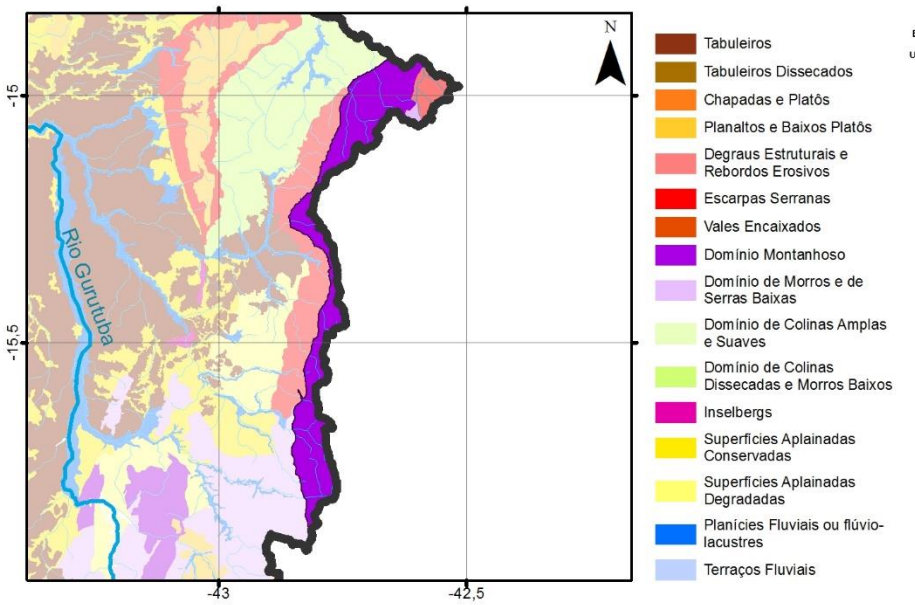


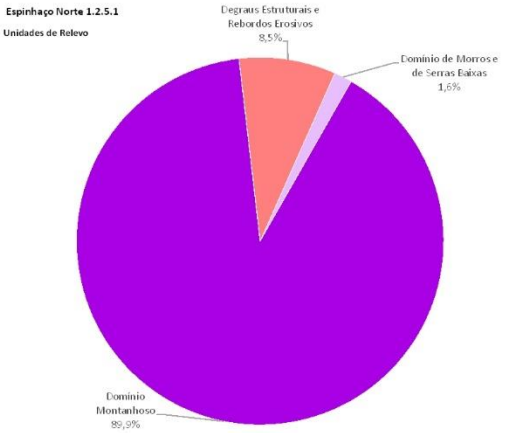










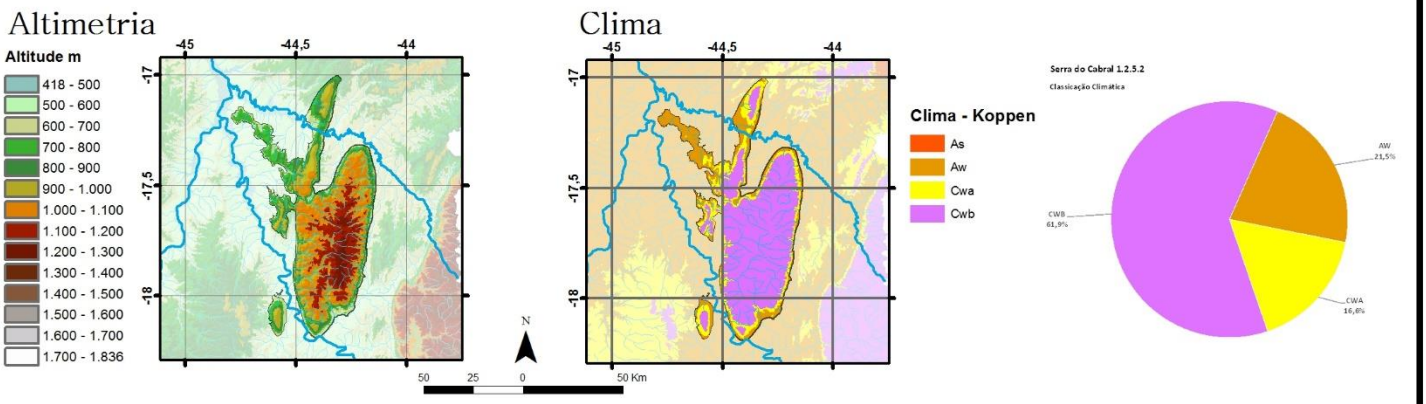


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

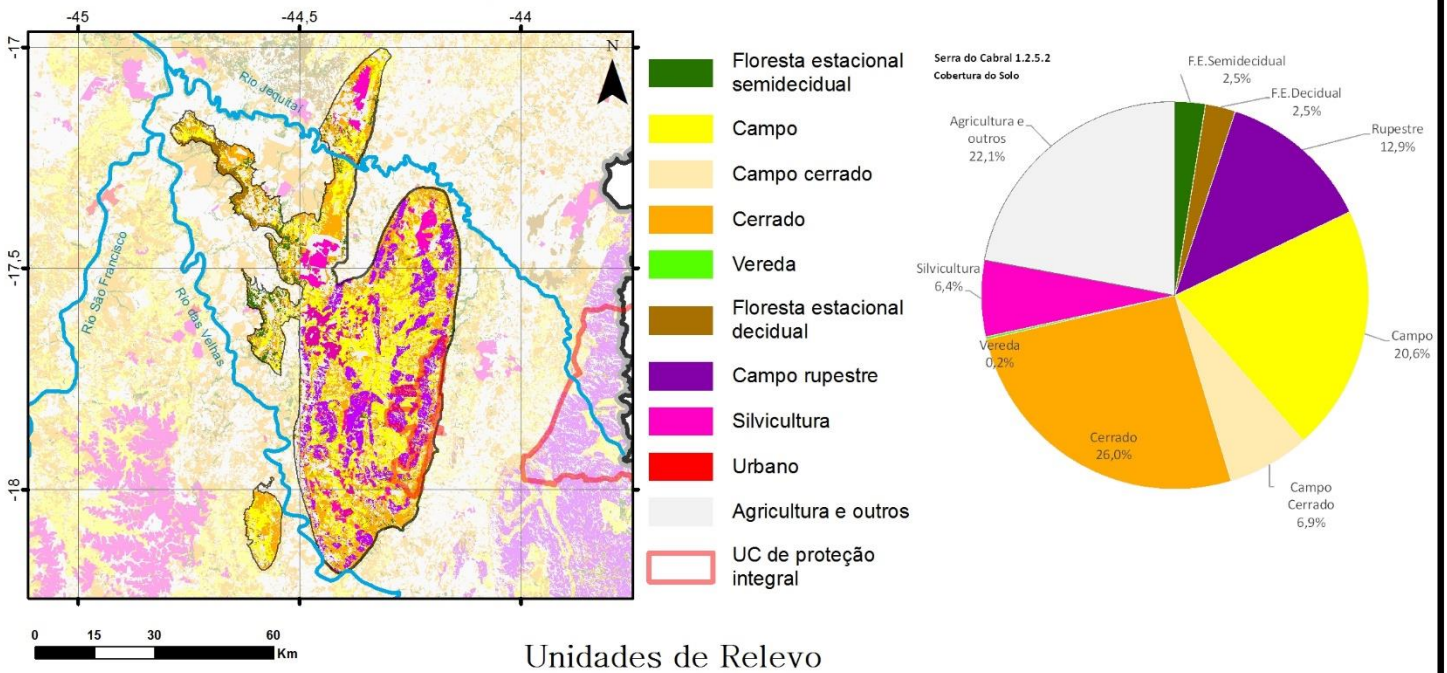
1.2.5.2 – Serra do Cabral



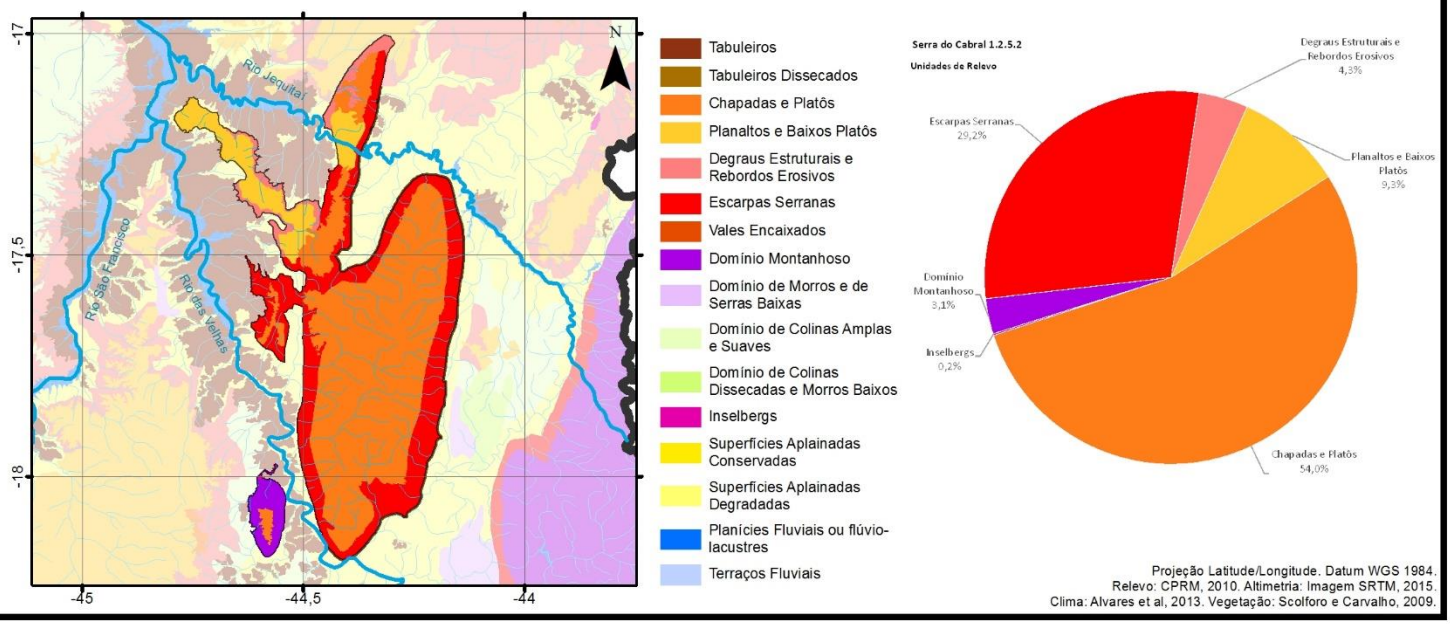
A ecorregião consiste na Serra do Cabral e suas subserras. É delimitada por Terrenos planos elevados (Chapadas e Palatôs e Planaltos e baixos platôs) que são bordejados por terrenos acidentados (Escarpas Serranas, Degraus estruturais e rebordos erosivos e o Domínio Montanhoso). O clima escalona-se das área mais baixas para as mais altas em "Aw" (21,5%), "Cwa"(16,6%) e "Cwb" (61,9%). Os remanescentes de vegetação natural ocupam quase 72% da área total. Esta ecorregião é a que possui o terceiro maior percentual de vegetação natural dentre as ecorregiões Nível IV estudadas. Desse montante as fitofisionomias do Cerrado ocupa cerca de 75%, e os campos rupestres 18%.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo

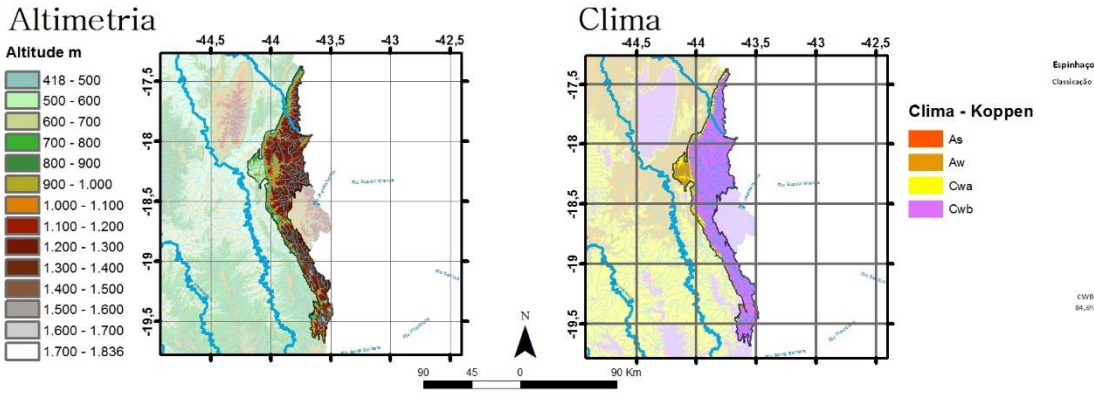


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

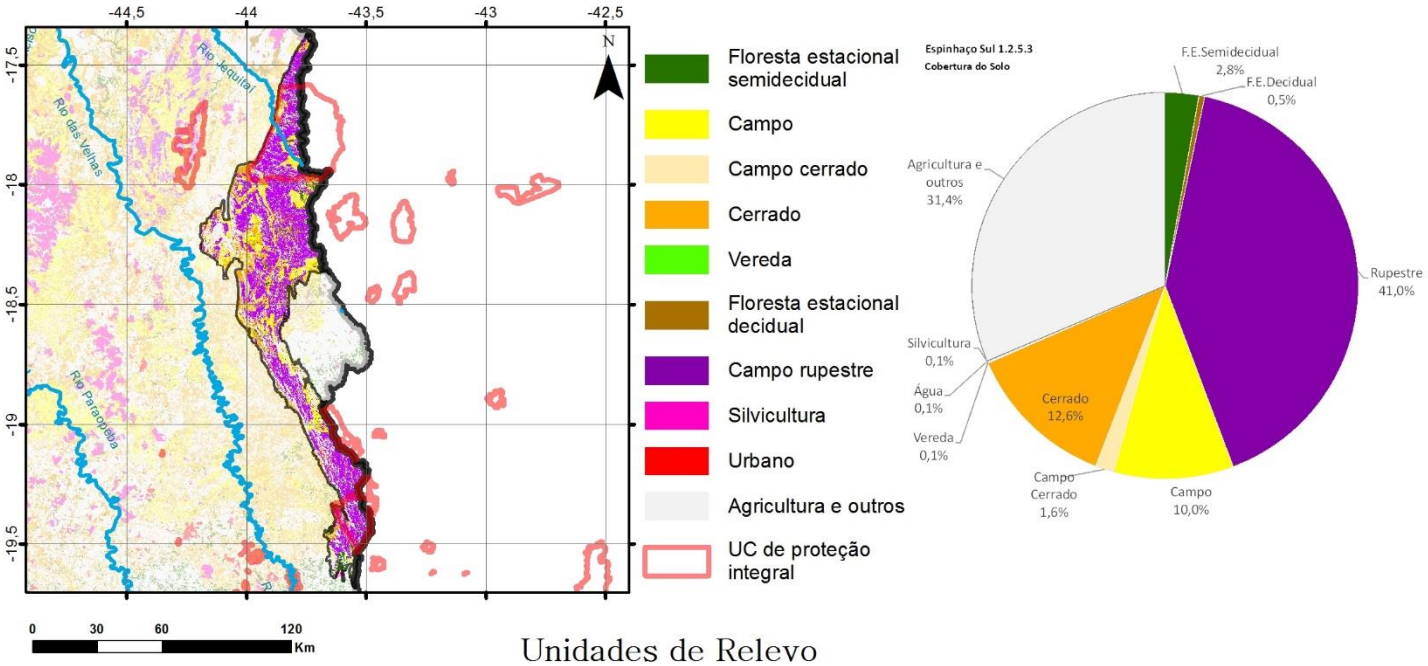
1.2.5.3 – Espinhaço Sul



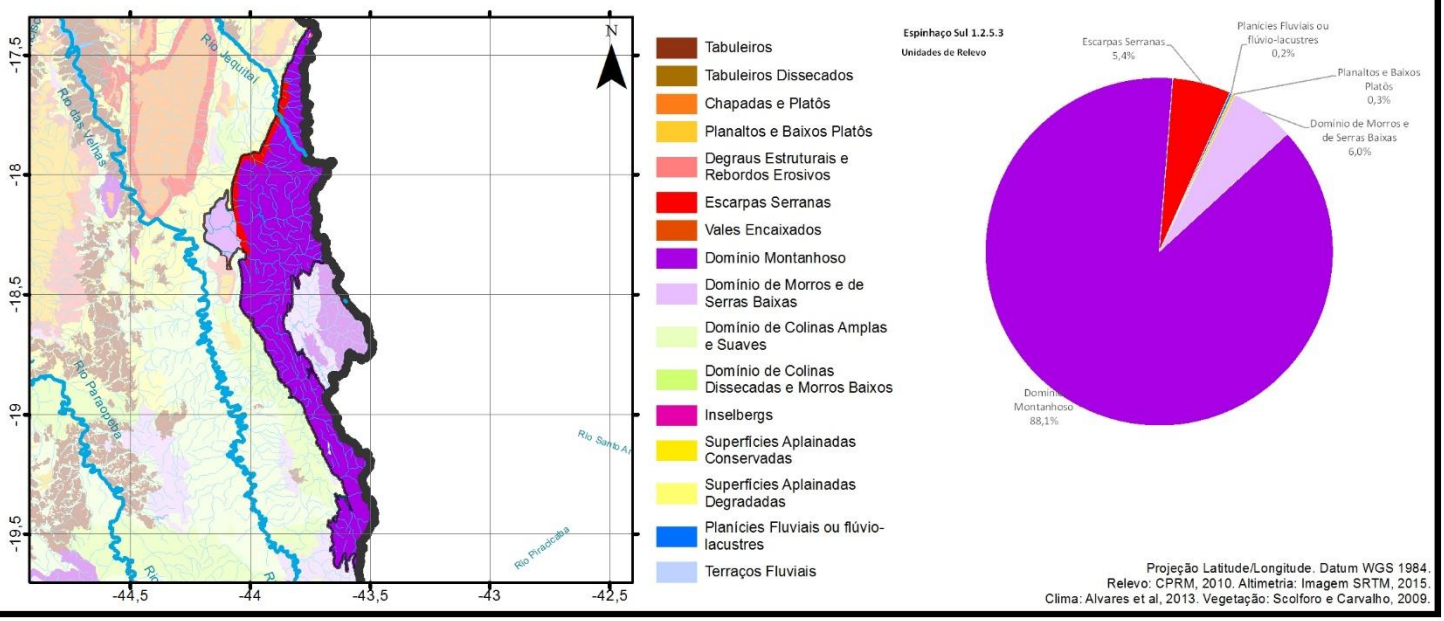
A ecorregião consiste na parte sul da Serra do Espinhaço. É delimitada pelo Domínio Montanhoso bordejado por Escarpas Serranas e alguns Morros e Serras Baixas. A leste o limite é dado pelo limite da área de estudo. O clima escalona-se das área mais baixas para as mais altas em "Aw" (6,8%), "Cwa"(8,6%) e "Cwb" (84,6%). Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 68,5% da área total. Desse montante os campos rupestres ocupam cerca de 60%, sendo o restante dividido, principalmente, entre as fitofisionomias do Cerrado.



Vegetação / Cobertura do Solo



Unidades de Relevo



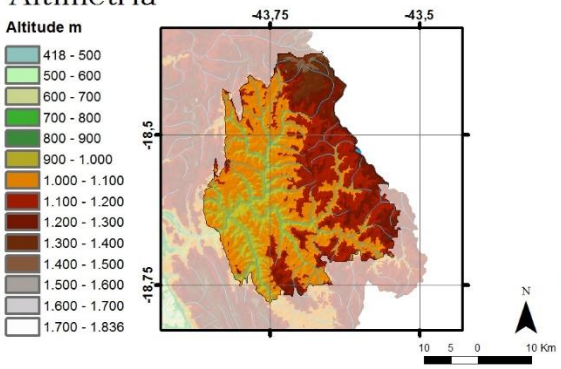
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.2.5.4 – Cabeceira do Paraúna Cerrado

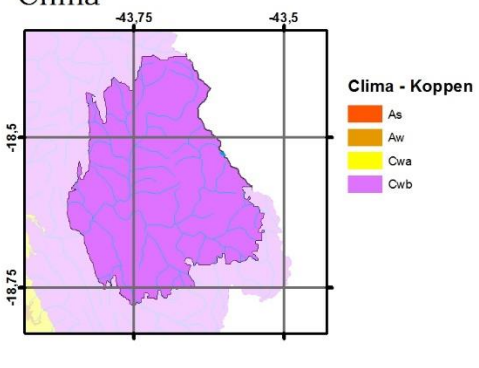


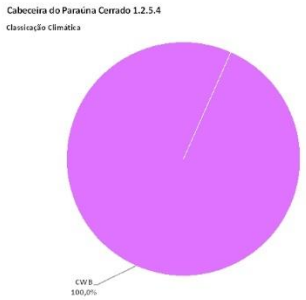
O limite oeste é dado pelo padrão de relevo "Domínio de Morros e de Serras Baixas", ao sul é a generalização das Florestas Estacionais Semideciduais, concentradas na ecorregião vizinha, 1.3.1.1 - Cabeceira do Paraúna Mata Atlântica, que delimita limite. A oeste o limite é dado pela área de estudo e ao norte, onde o limite secciona o Domínio Montanhoso, o limite é dado pelo divisor de água/ottobacias. O clima é Cwb em toda a extensão. A vegetação natural é típica do Cerrado e ocupa apenas 27,5% da ecorregião. Contudo, deve-se considerar que a ecorregião possui extensos afloramentos rochosos e estes não foram mapeados separadamente por Scolforo & Carvalho (2009), compondo o total de agricultura e outros.

Altimetria

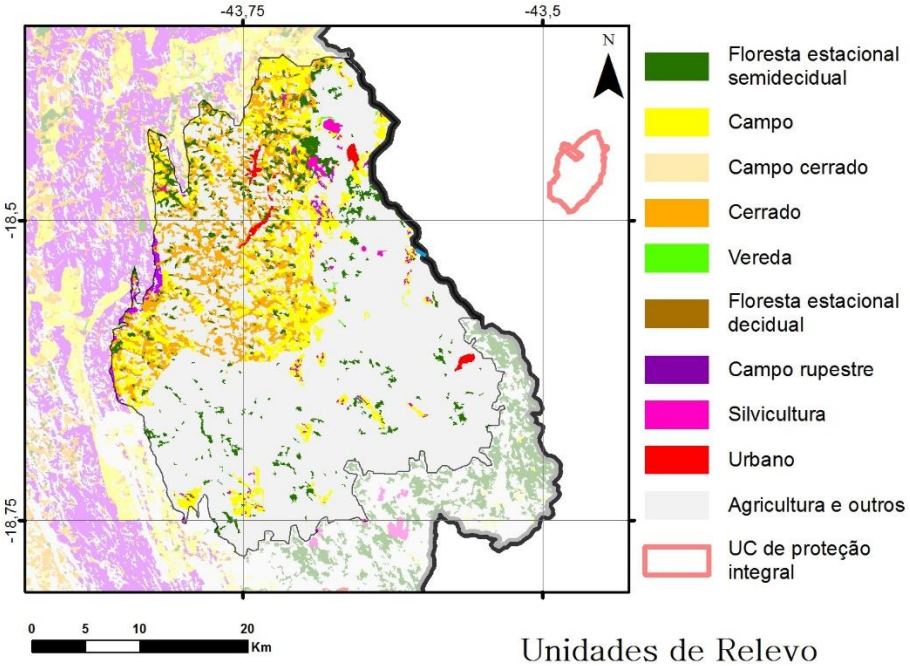


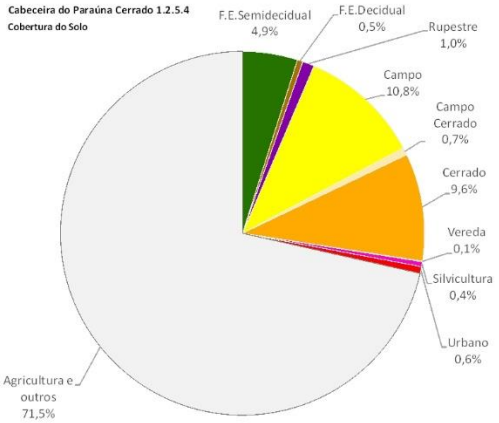
Clima



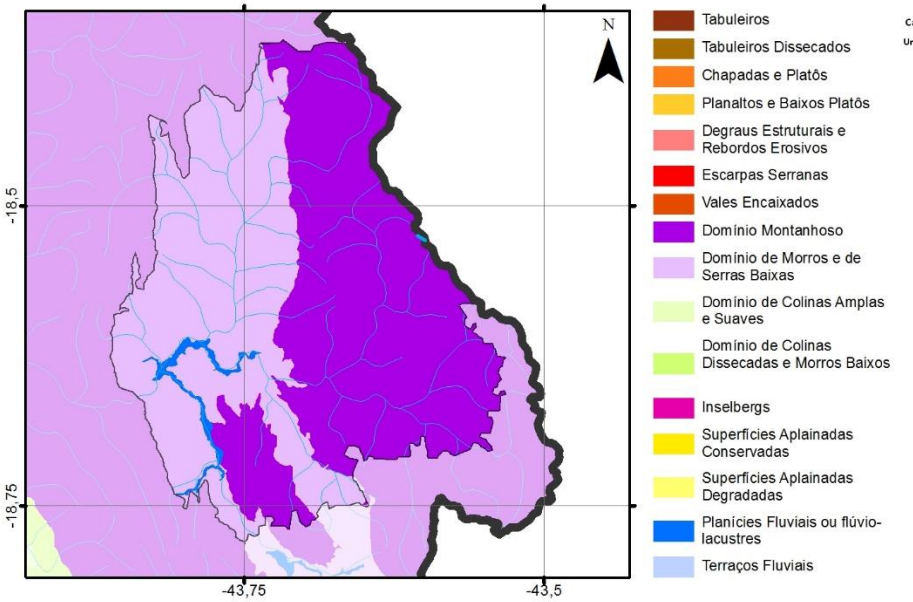


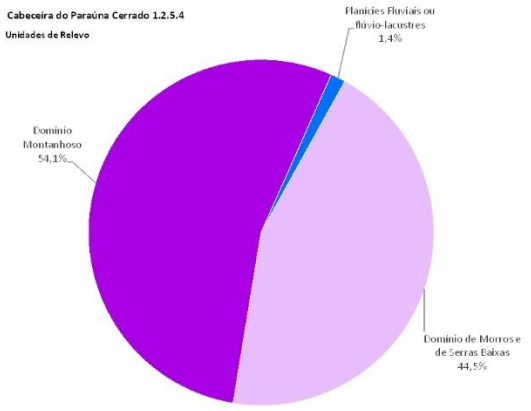
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



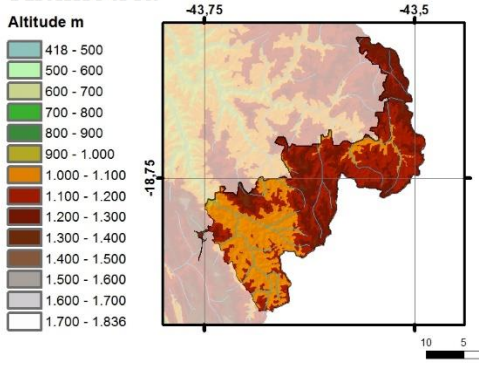


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

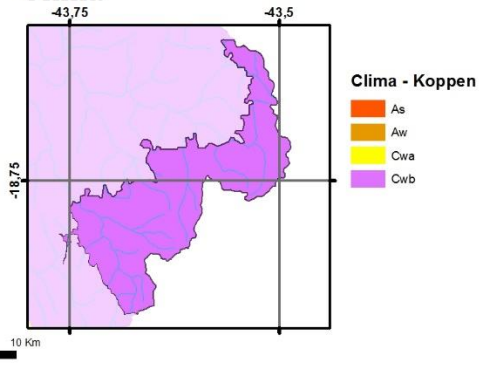
1.3.1.1 – Cabeceira do Paraúna Mata Atlântica

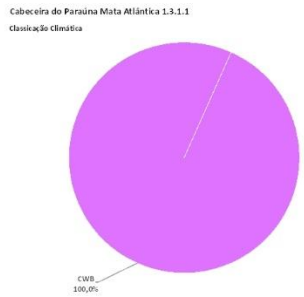
Os limites leste e sul são dados pela área de estudo. O limite oeste é dado pelo Domínio Montanhoso, que cobre 100% da área e o limite norte pela generalização dos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. O clima é Cwb em toda a extensão. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 30% da ecorregião e desse total 95% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais.

Altimetria

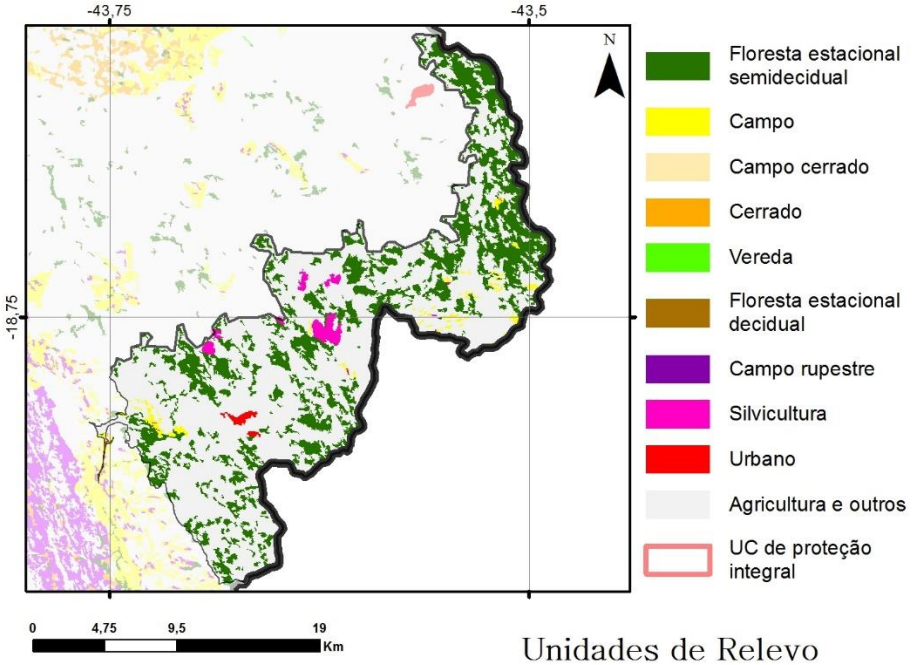


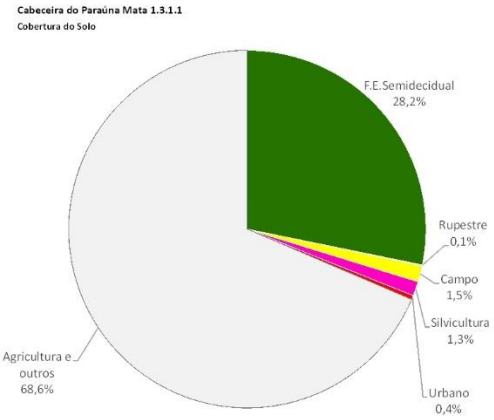
Clima



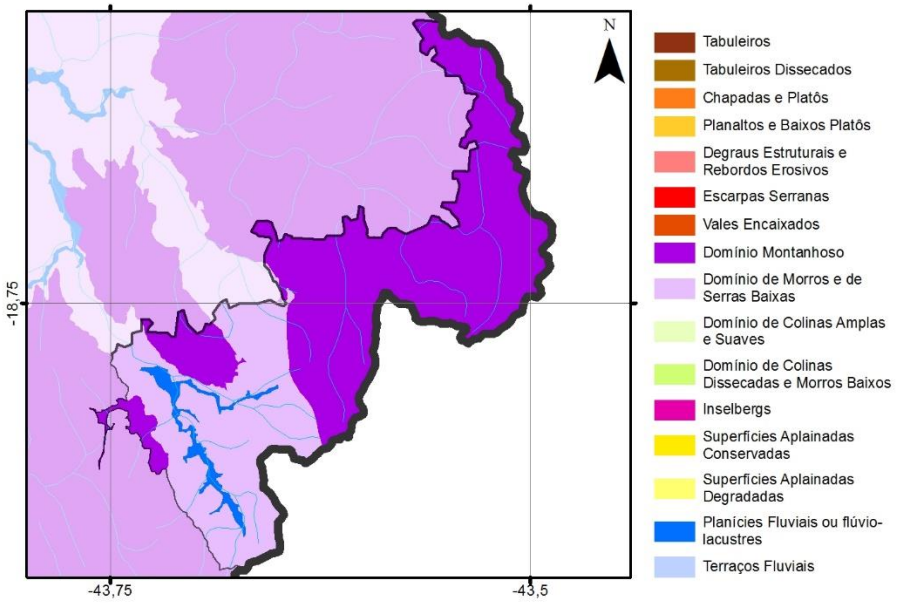


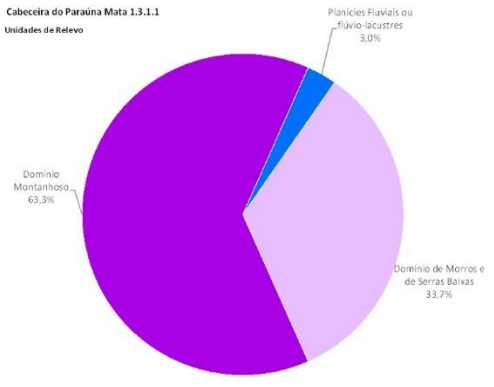
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



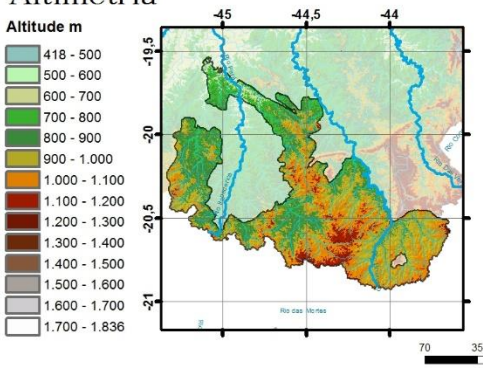


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

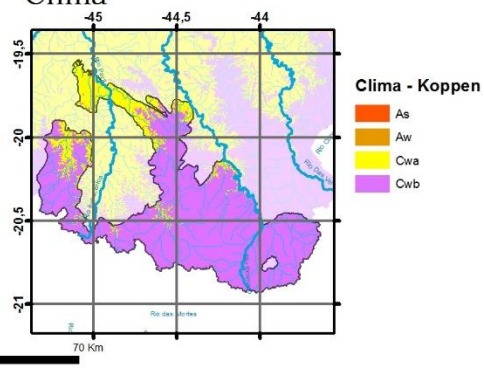
1.3.1.2 – Planalto Centro-Sul Mineiro

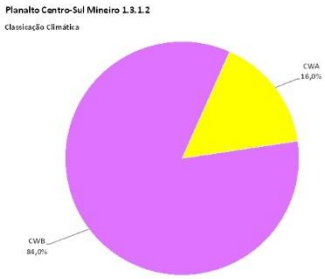
Ao sul o limite da ecorregião é dado pela área de estudo e no restante pelo Domínio dos Morros e Serras Baixas. Nas partes de menor altitude o clima é "Cwa" (16%) e nas de maior altitude "Cwb" (84%). É a segunda ecorregião Nível IV com menor percentual de vegetação natural (12,46%), e desse total 80% são de remanescentes de Florestas Estacionais Semideciduais e 20% de fitofisinomias do Cerrado, configurando a ecorregião como uma área de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado.

Altimetria

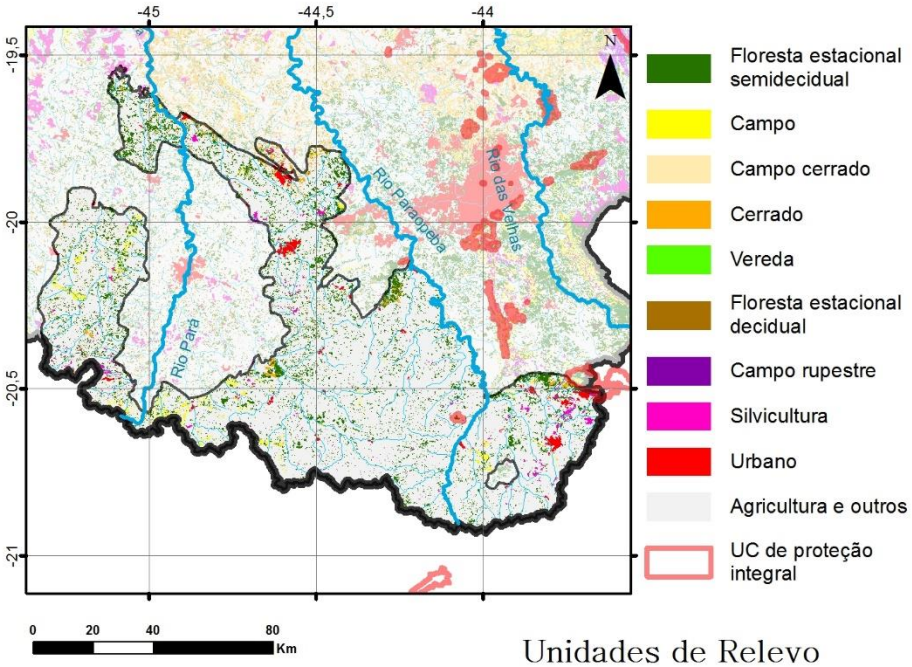


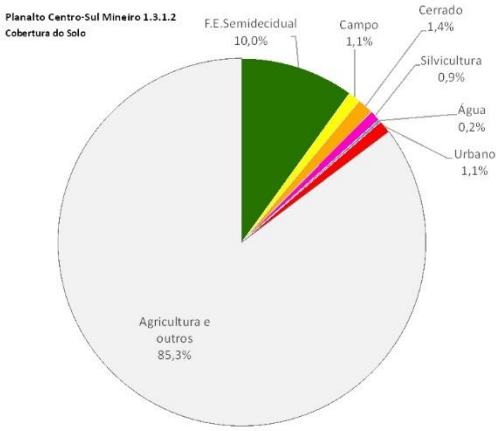
Clima



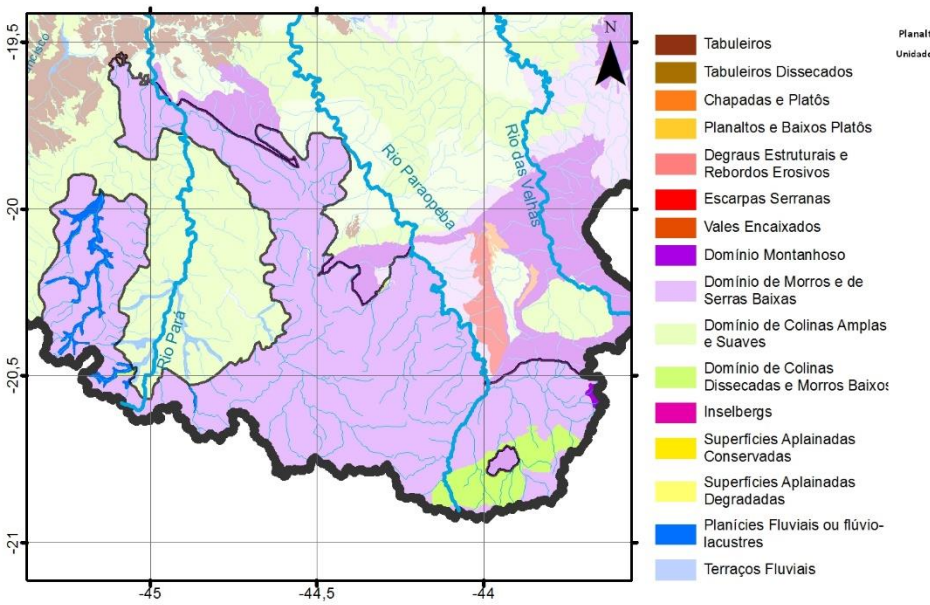


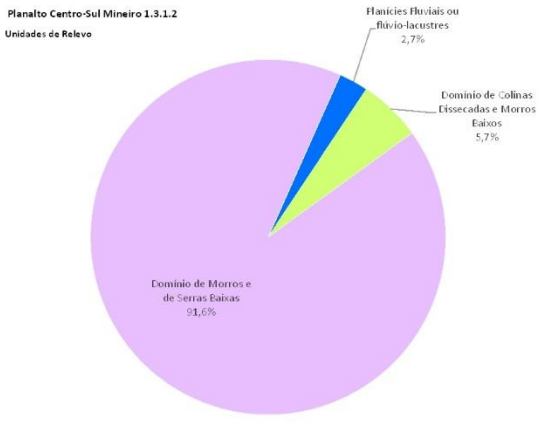
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



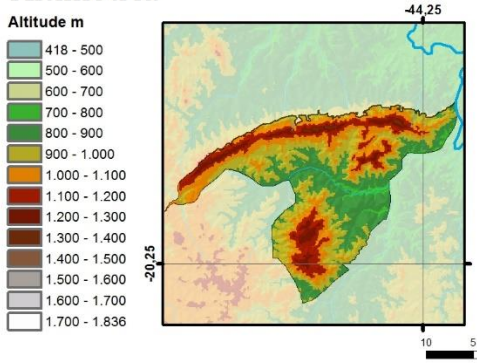


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

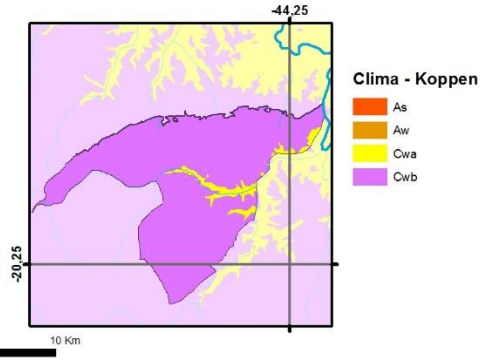
1.3.1.3 – Serra Azul

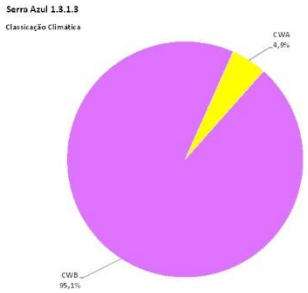
Ecorregião delimitada pelos Domínios Montanhoso e de Morros e de Serras Baixas. O clima predominante é “Cwb” (95%), ocorrendo “Cwa” apenas em algumas área mais baixas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam apenas 27% da ecorregião e desse total cerca de 85% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 15% de fitofisionomias do Cerrado.

Altimetria

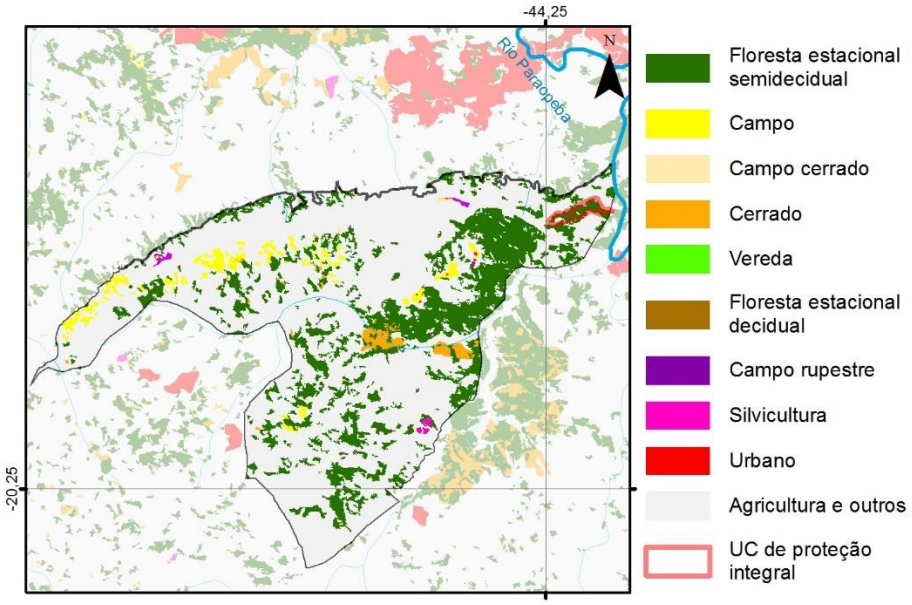


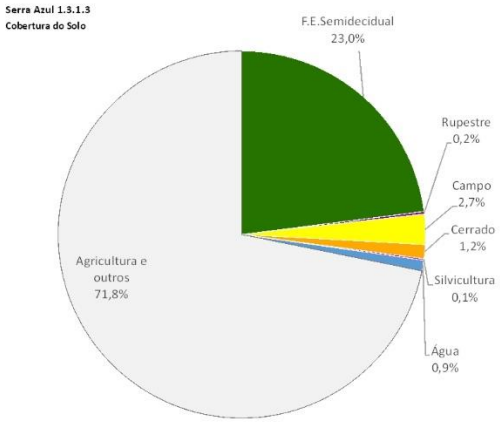
Clima



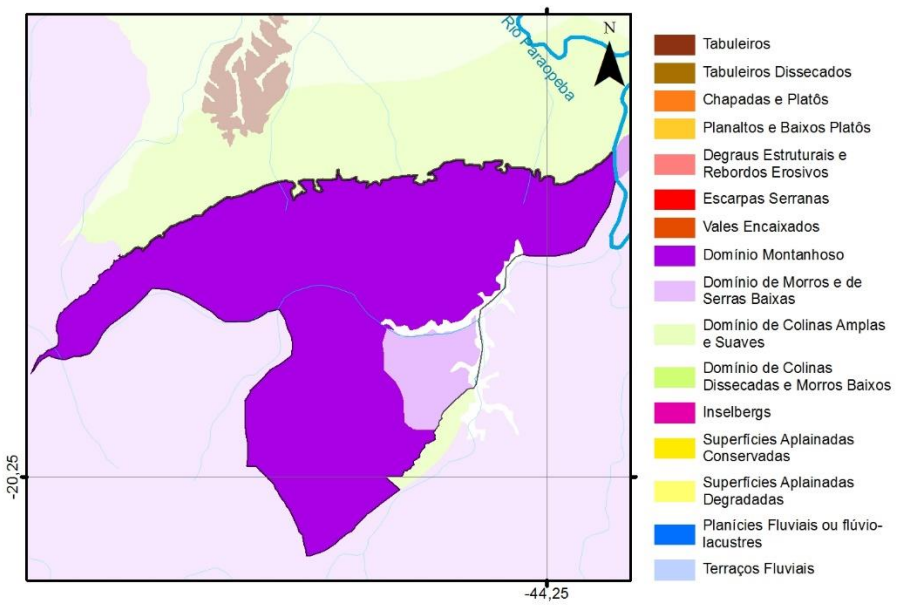


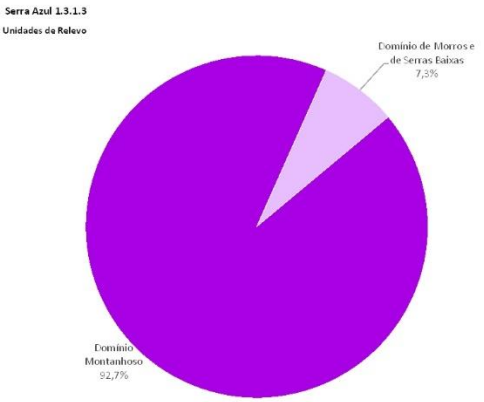
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

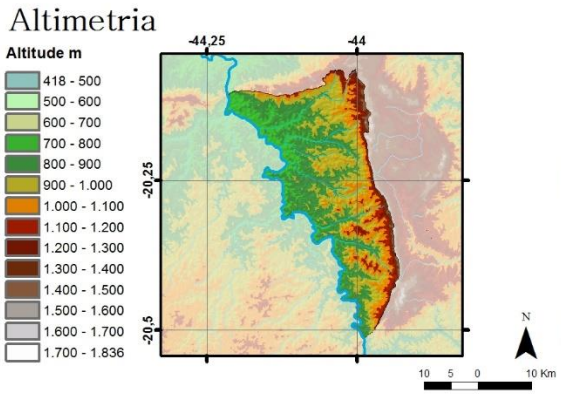


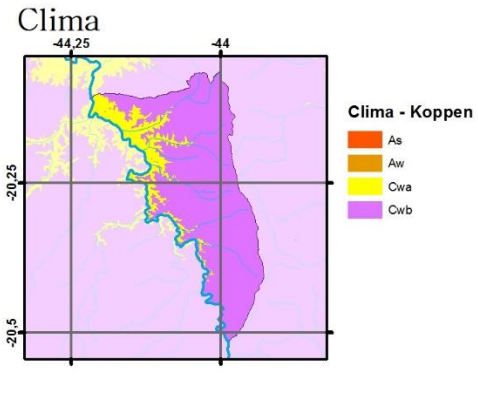


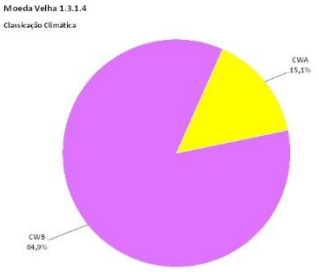
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.3.1.4 – Moeda Velha

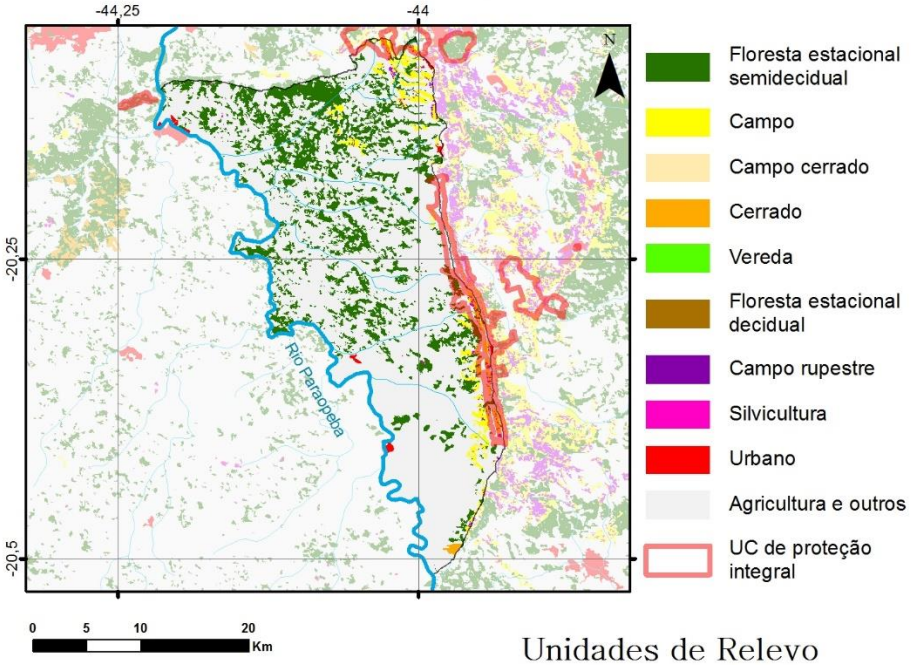
O limite oeste da ecorregião é dado pelo rio Paraopeba, o restante é delimitado por escarpas serranas e o Domínio de Morros e de Serras Baixas localizados no sopé da Serra da Moeda. Cerca de 85% do clima é "Cwb", ocorrendo "Cwa" apenas nas cotas altimétricas mais baixas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam apenas 25% da ecorregião e desse total cerca de 84% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 15% de fitofisionomias do Cerrado.

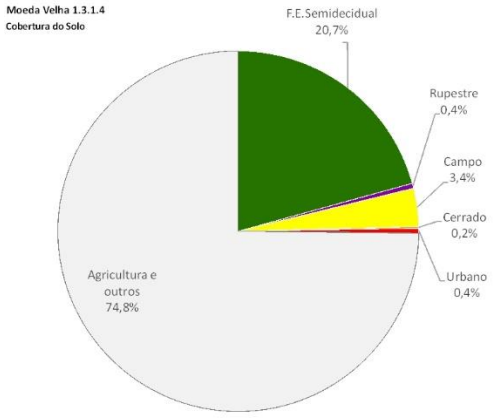




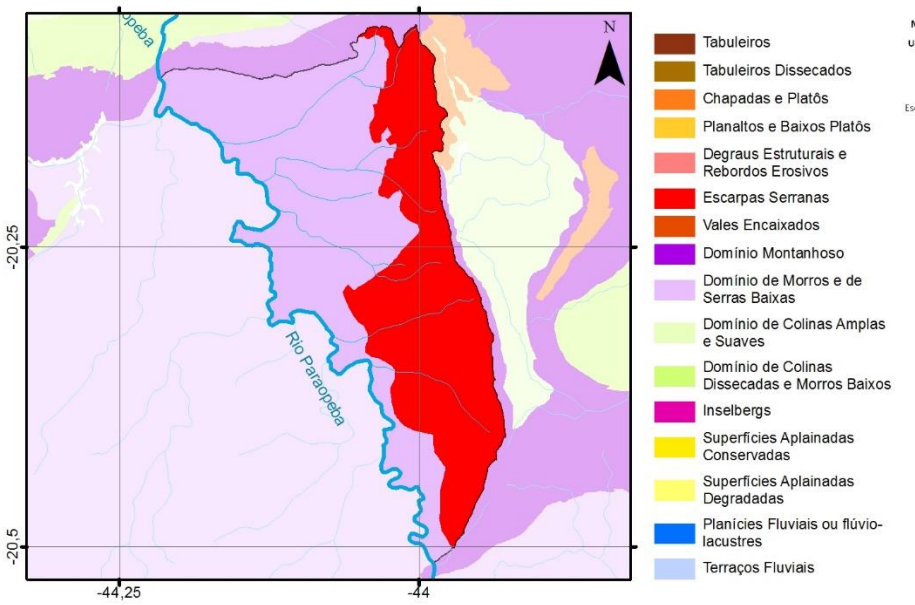


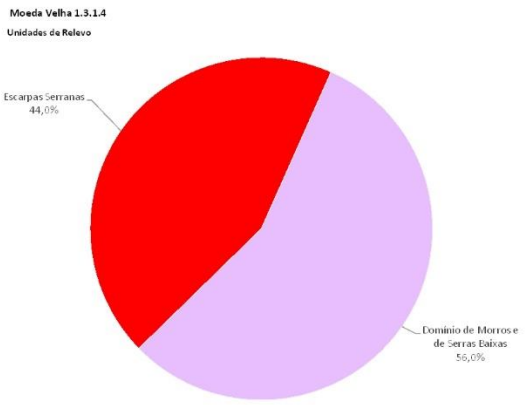
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



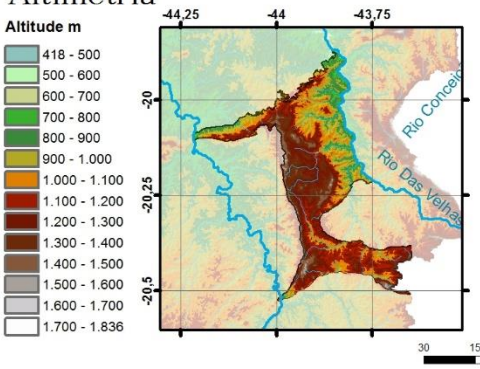


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

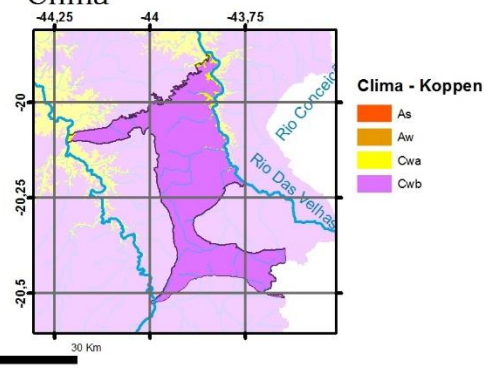
1.3.1.5 – Quadrilátero Ferrífero Central

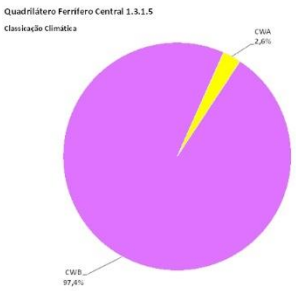
A parte norte do limite leste é dada pelo rio das Velhas, a parte central pela linha do Domínio Montanhoso e uma peque parte no sul pelo divisor de águas/ottobacias. Este limite leste separa esta ecorregião da 1.3.1.6 - Encostas do Gandarela devido a diferenças nos padrões de cobertura e uso do solo. O restante dos limites são dados pelo agrupamento de Terrenos acidentados (Domínio montanhoso e Domínio de morros e de serras baixas e Vales encaixados) que envolvem as Colinas amplas e suaves suspensas no Sinclinal Moeda. O clima é "Cwb" em quase toda a extensão, sendo "Cwa" apenas nas margens mais a jusante do rio das Velhas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 49% da ecorregião e desse total cerca de 55% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 30% de vegetação campestre.

Altimetria

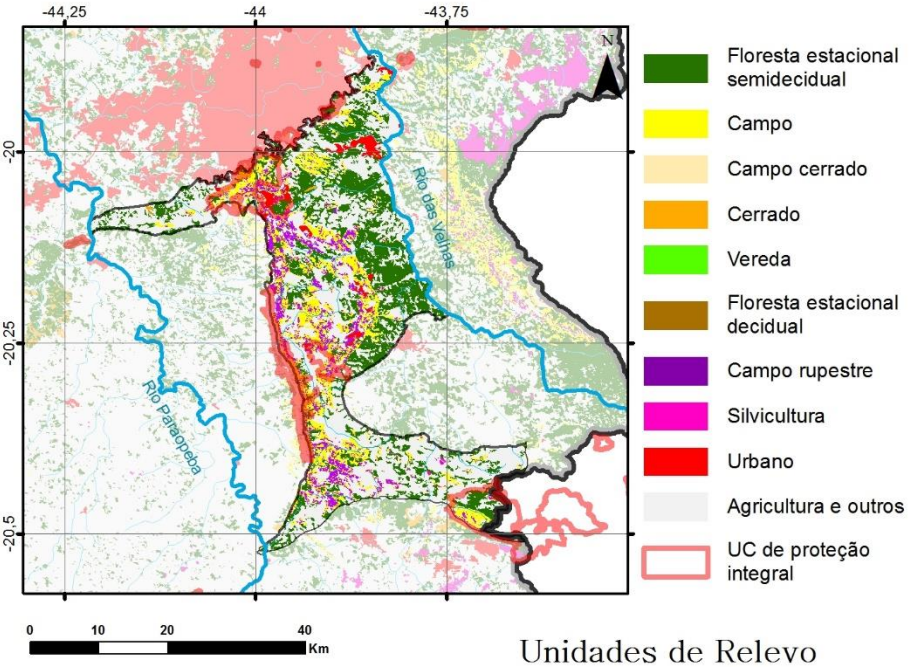


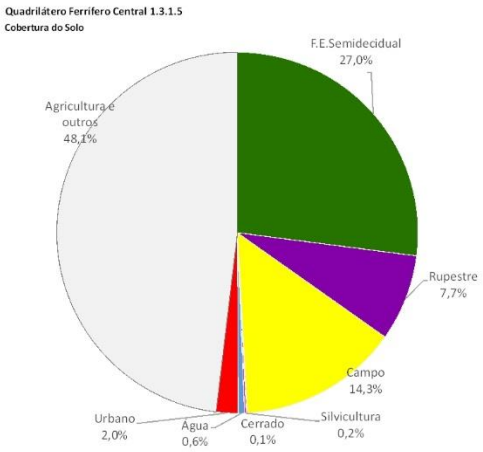
Clima



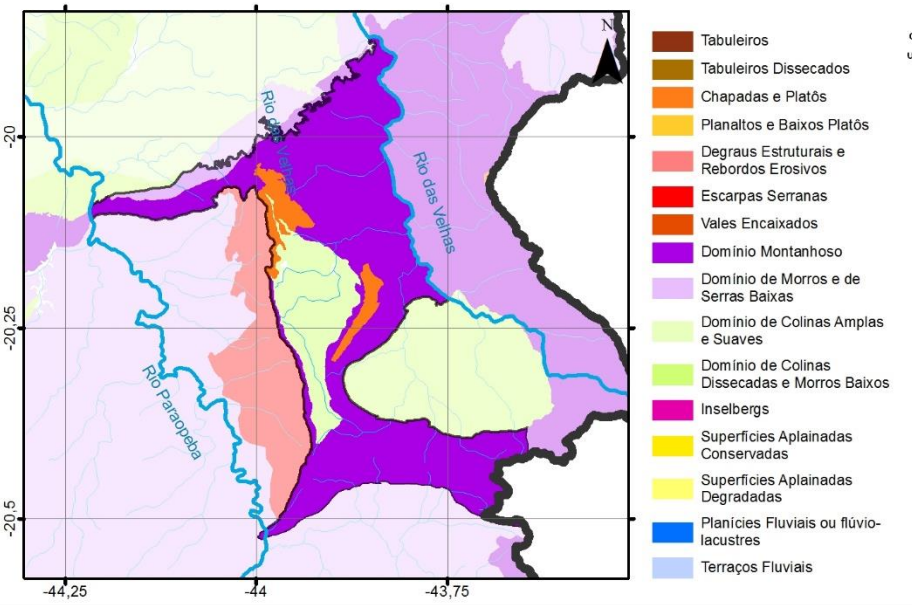


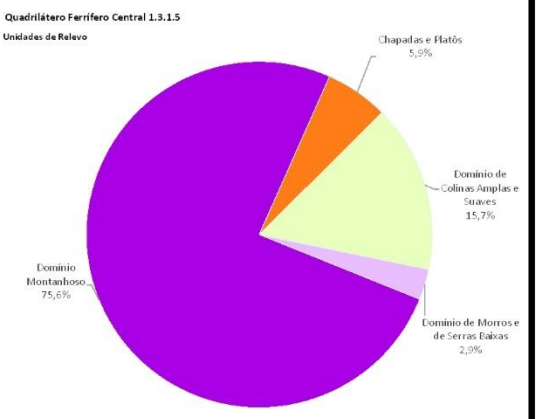
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



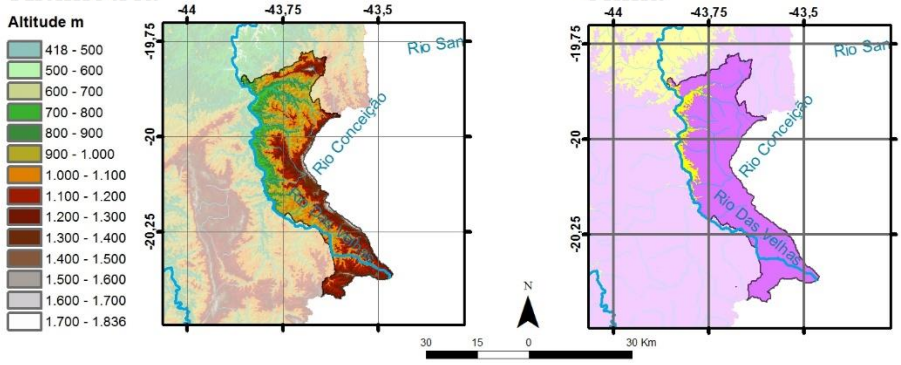


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

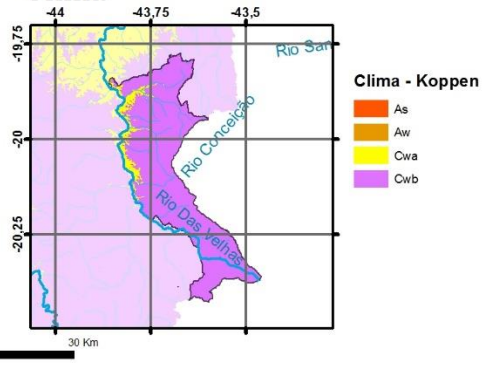
1.3.1.6 – Encostas do Gandarela

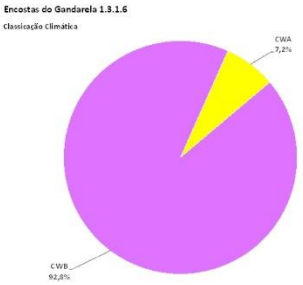
A parte norte do limite oeste é dada pelo rio das Velhas, a parte central pela linha do Domínio Montanhoso e uma peque parte no sul pelo divisor de águas/ottobacias. Este limite leste separa esta ecorregião da 1.3.1.5 - Quadrilátero Ferrífero Central devido a diferenças nos padrões de cobertura e uso do solo. O restante do limite é dado pelo Domínio montanhoso. O clima é Cwb em quase toda a extensão, sendo "Cwa" apenas nas áreas mais a jusante das margens do rio das Velhas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 55% da ecorregião e desse total cerca de 74% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais, 21% de vegetação campestre e 5% de campos rupestres.

Altimetria

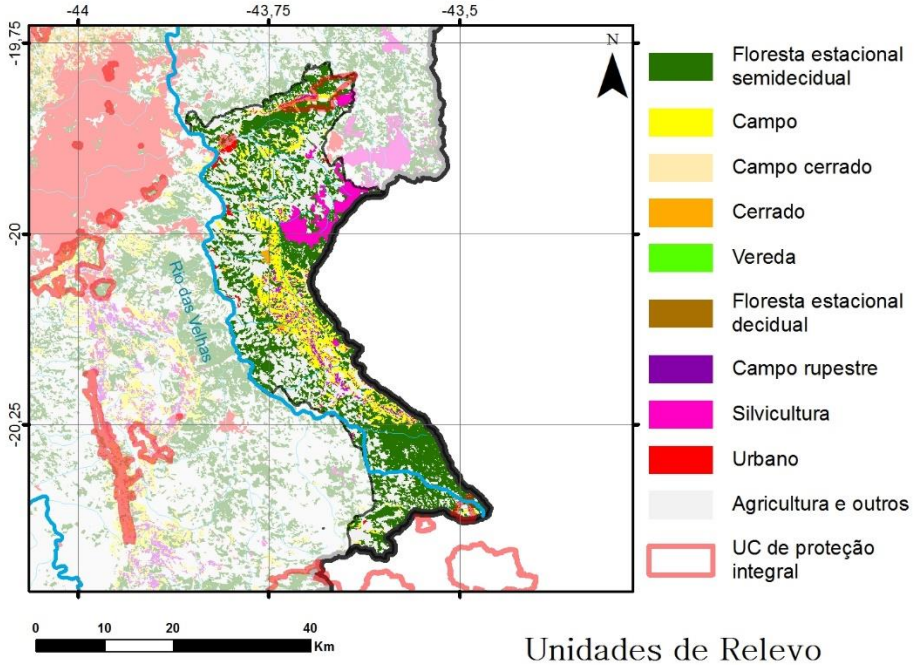


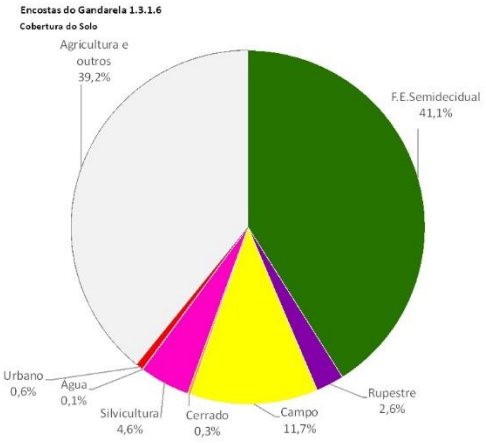
Clima



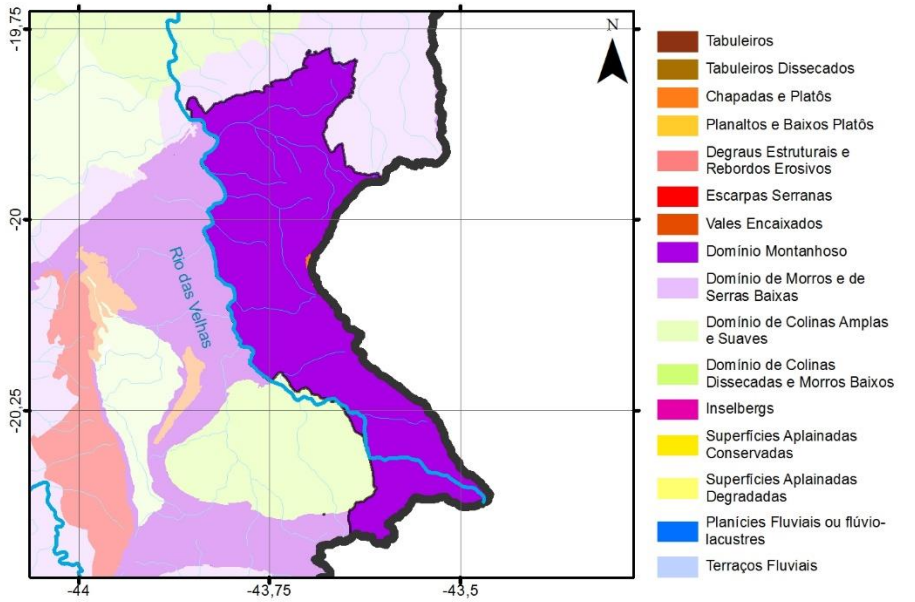


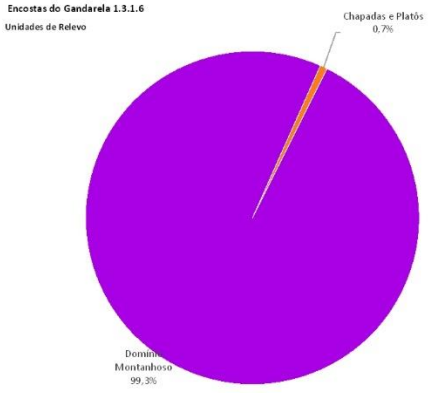
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo

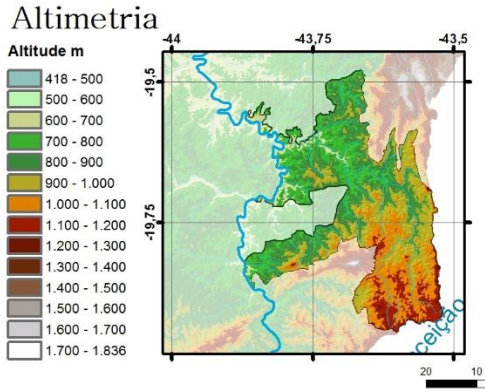


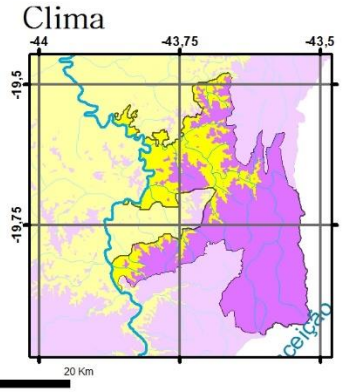


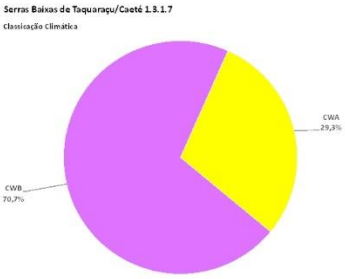
Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

1.3.1.7 – Serras Baixas de Taquaraçu e Caeté

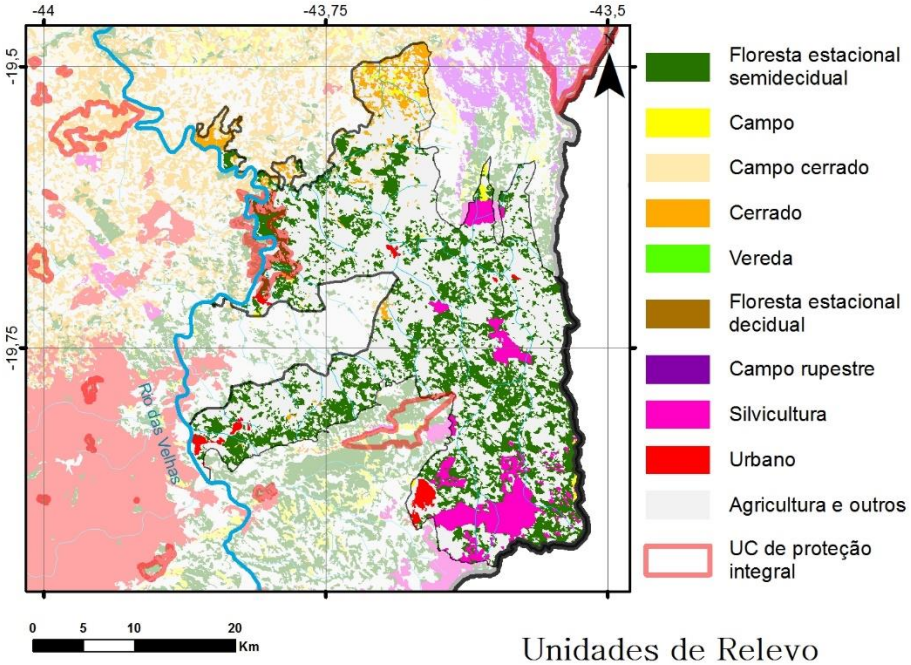
A parte leste do limite é dada pela área de estudo, nas partes centrais e norte pelo Domínio de morros e de serras baixas e à oeste pelo rio das Velhas. Nesse caso o rio foi utilizado como separador devido a maior concentração de áreas urbanas na margem oeste. O clima "Cwb" predomina em mais de 70% da área, ocorrendo "Cwa" apenas na cotas altimétricas mais baixas. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 35% da ecorregião e desse total cerca de 84% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 15% de fitofisionomias do Cerrado

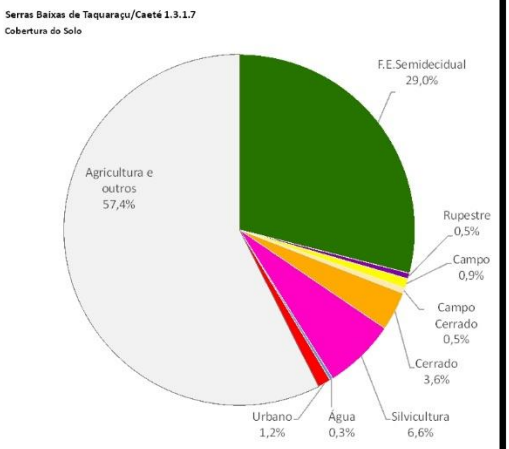




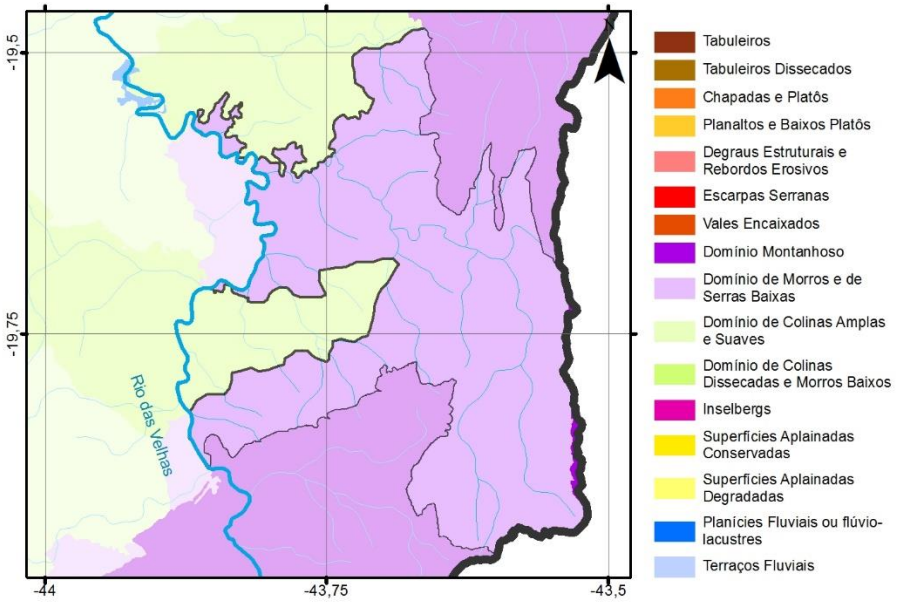


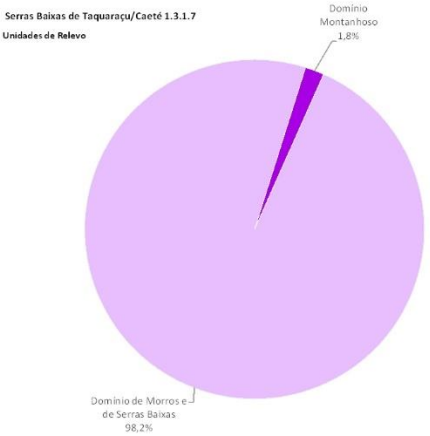
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



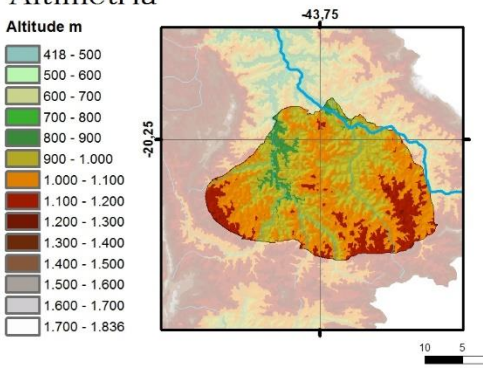


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

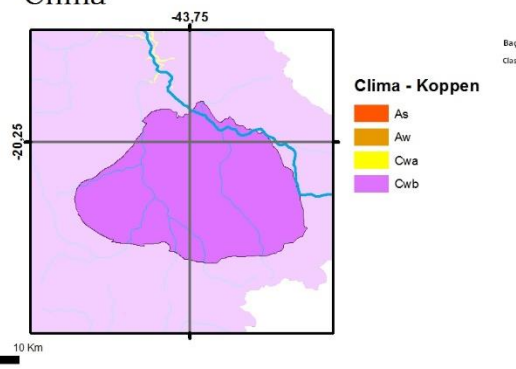
1.3.1.8 – Bação

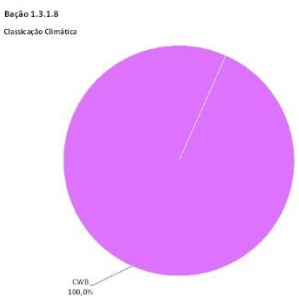
O limite é dado pelo Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos. O clima é “Cwb” em toda a extensão. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 28% da ecorregião e desse total cerca de 98% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais.

Altimetria

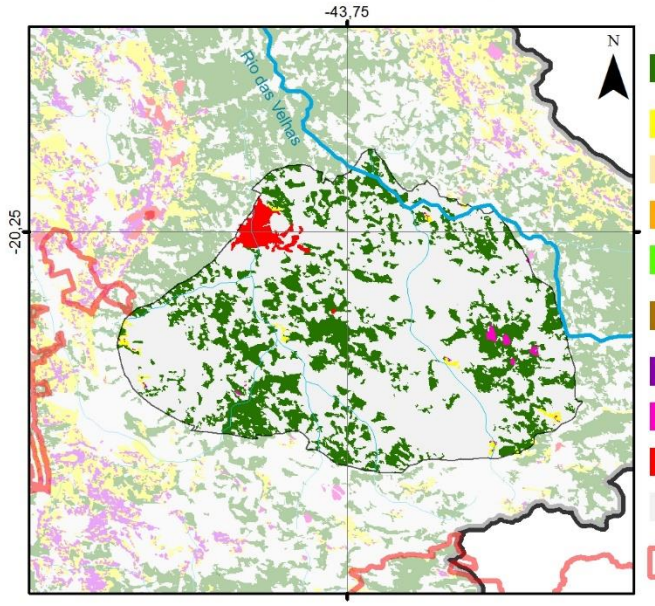


Clima

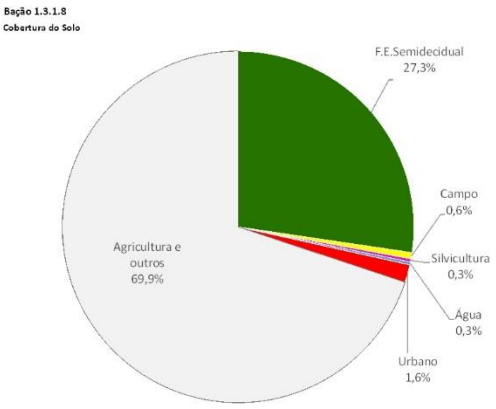


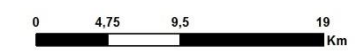


Vegetação / Cobertura do Solo

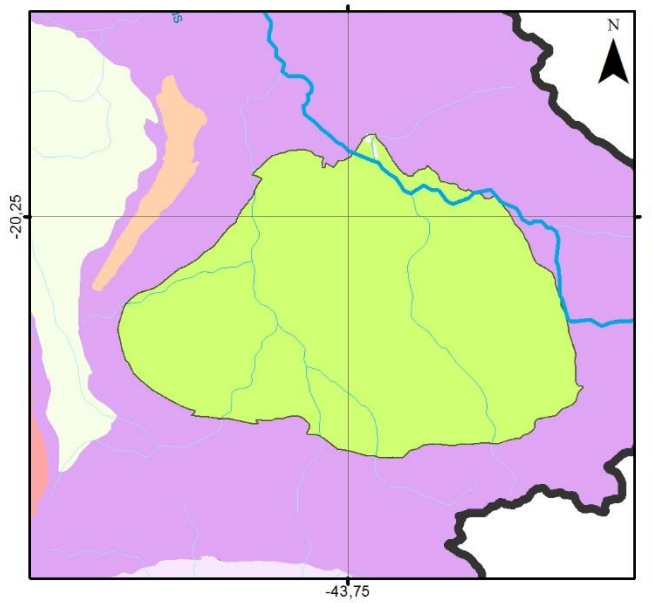




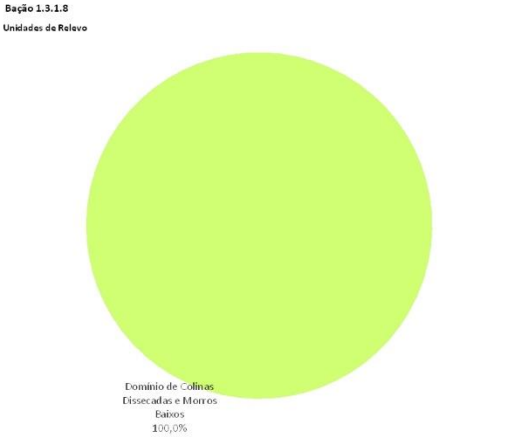




Unidades de Relevo





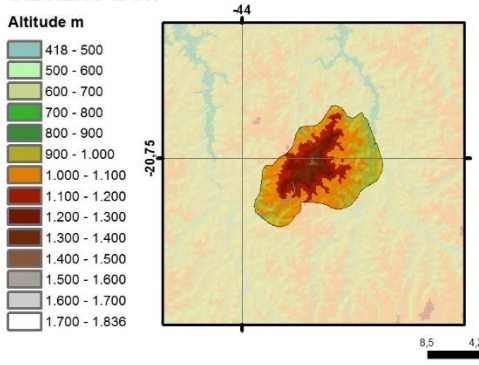


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

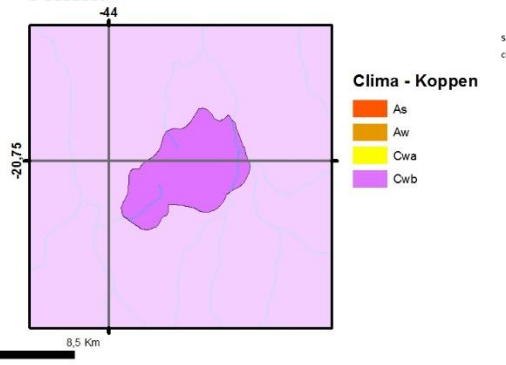
1.3.1.9 – Serra de Casa Grande

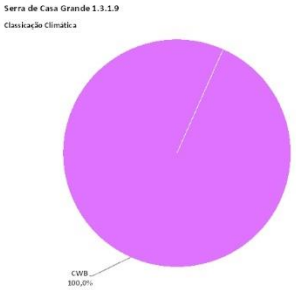
O limite é dado pelo Domínio Montanhoso. O clima é “Cwb” em toda a extensão. Os remanescentes de vegetação natural ocupam cerca de 21% da ecorregião e desse total cerca de 100% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais.

Altimetria

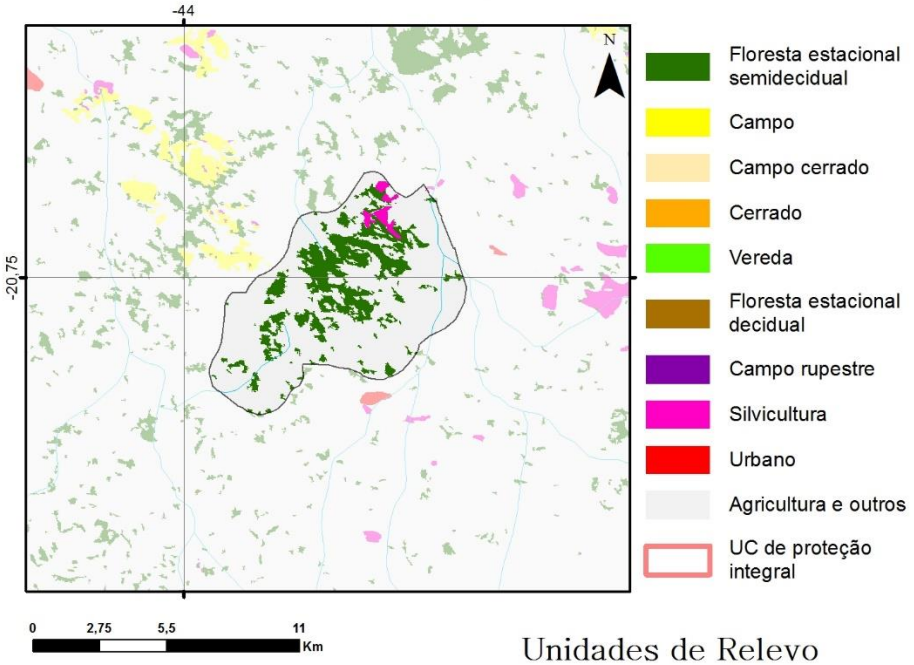


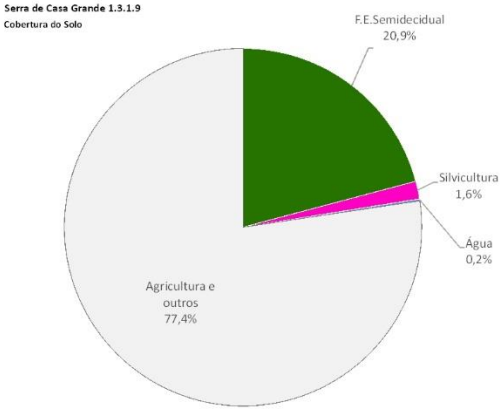
Clima



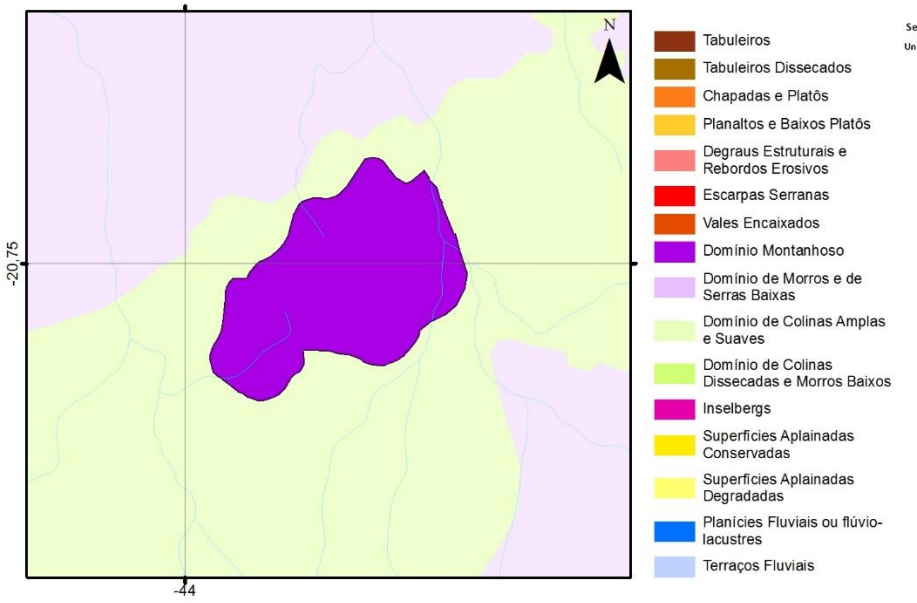


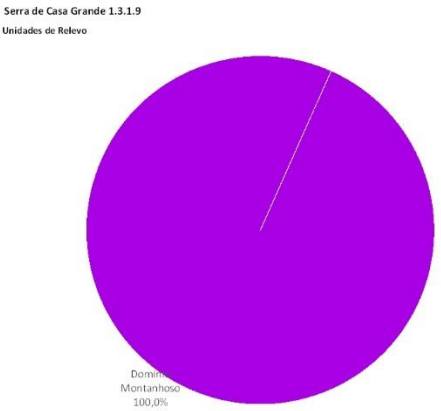
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



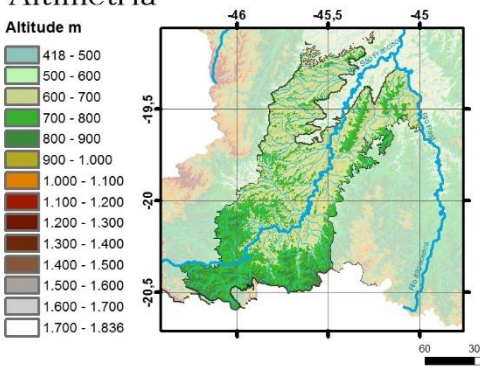


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

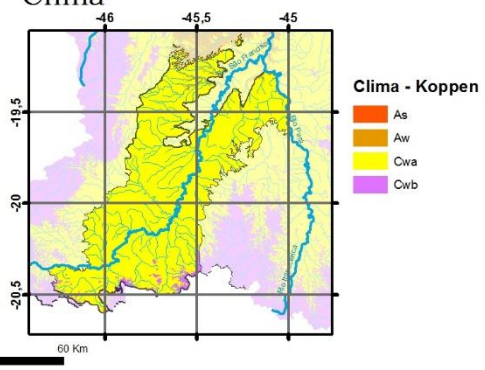
1.3.2.1 – Colinas e Tabuleiros do Alto São Francisco

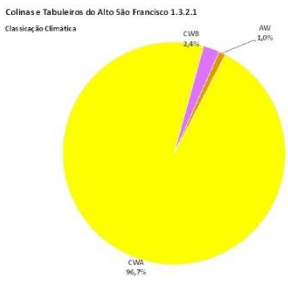
Os limites norte e sudoeste são dados pela generalização da vegetação campestre nas ecorregiões 1.2.4.7 - Colinas Campestres do Alto São Francisco e 1.2.3.8 - Colinas Campestres do Sul do Lago de Três Marias. O restante do limite é dado pelo agrupamento dos padrões colinosos (Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos e Domínio de colinas amplas e suaves) com Tabuleiros, dissecados ou não. O clima é "Cwa" em praticamente toda extensão. É a ecorregião Nível IV com o menor percentual de vegetação natural, apenas 12%. Desse total 50,5% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 49,5% de fitofisionomias do Cerrado, configurando-se assim como uma área de transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado.

Altimetria

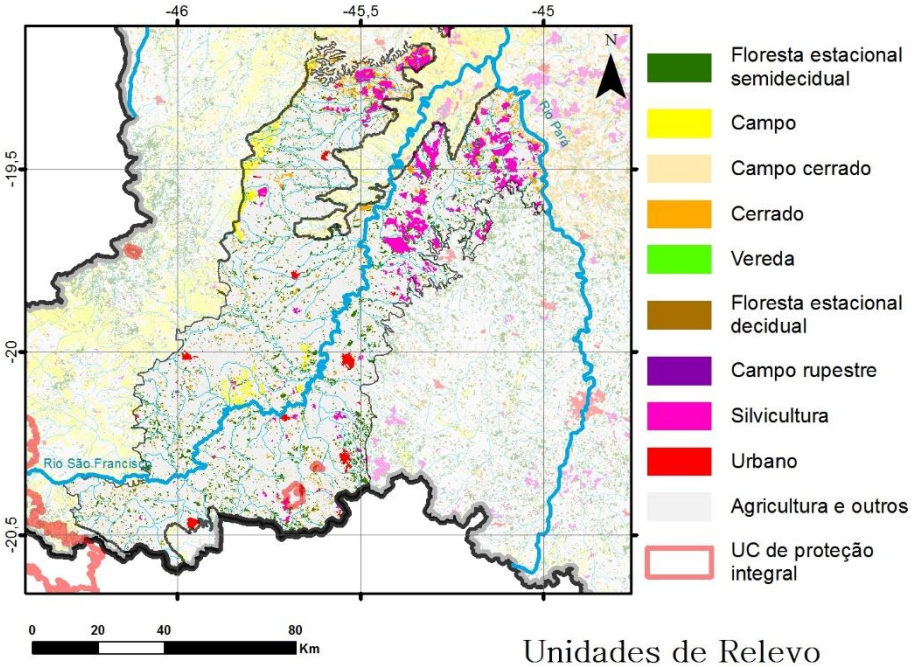


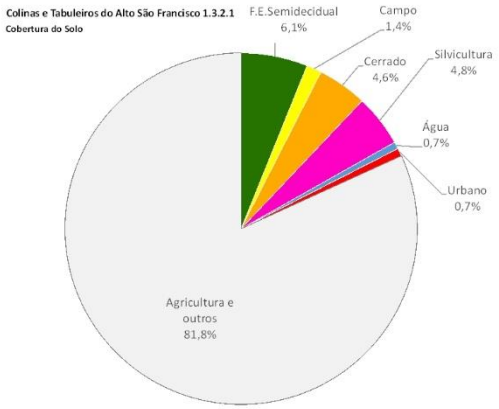
Clima



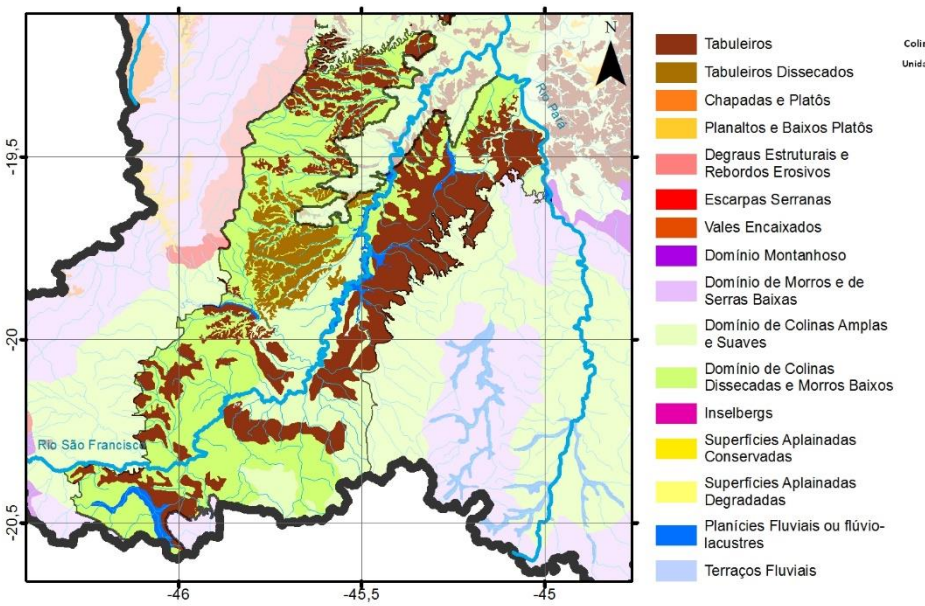


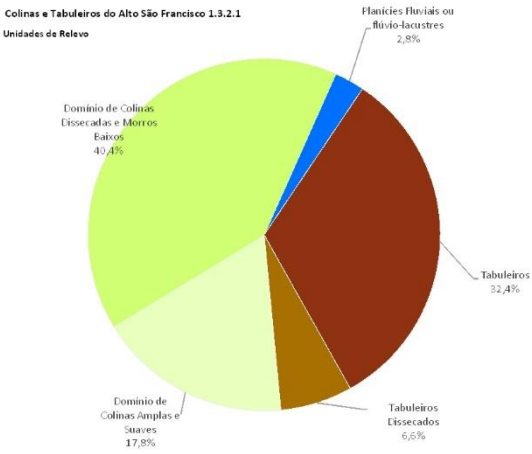
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



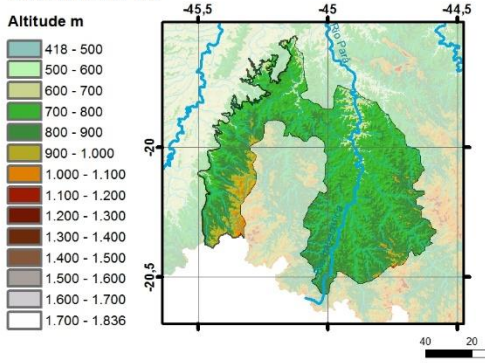


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

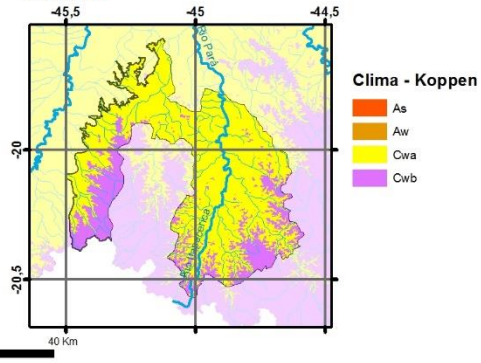
1.3.2.2 – Colinas de Divinópolis

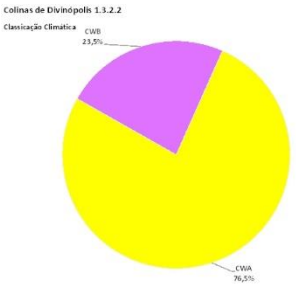
O limite é dado pelo Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos. O clima é “Cwa” em 76,5% da área e “Cwb” nas partes mais elevadas. A vegetação natural ocupa apenas 15% da área total. Desse total 80% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 20% de fitofisionomias do Cerrado, configurando-se assim como uma área de transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado.

Altimetria

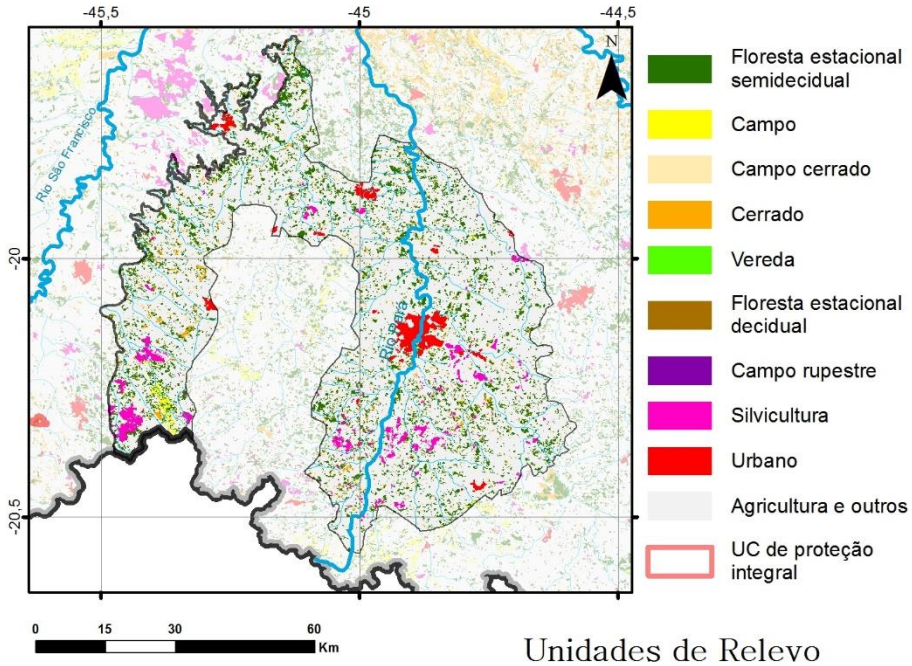


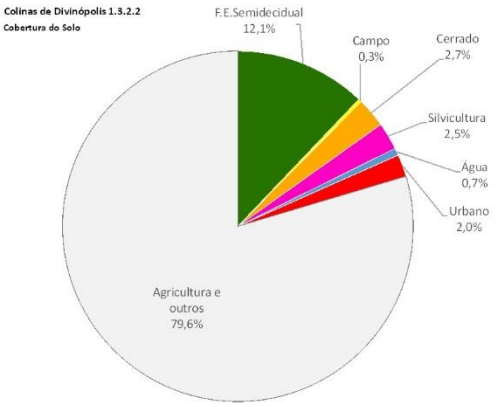
Clima



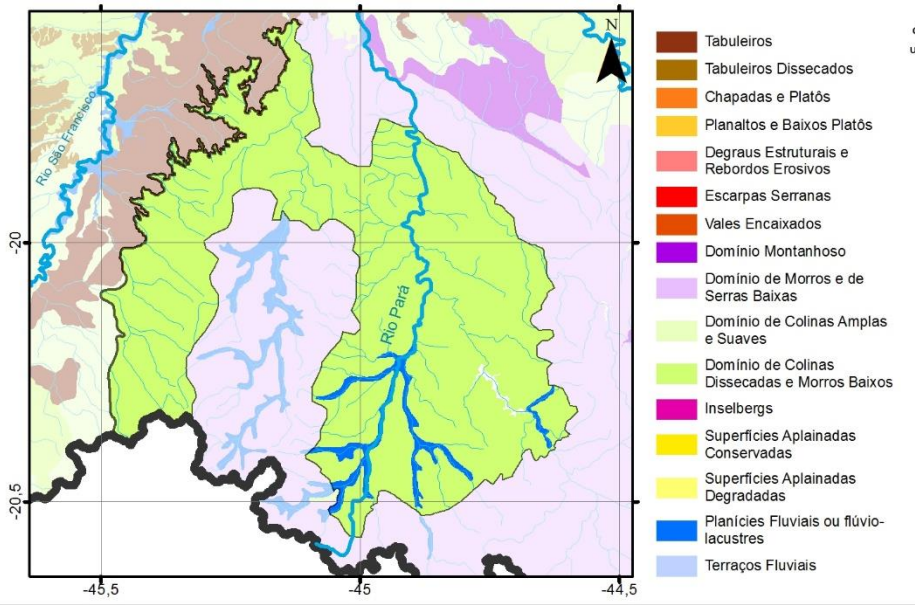


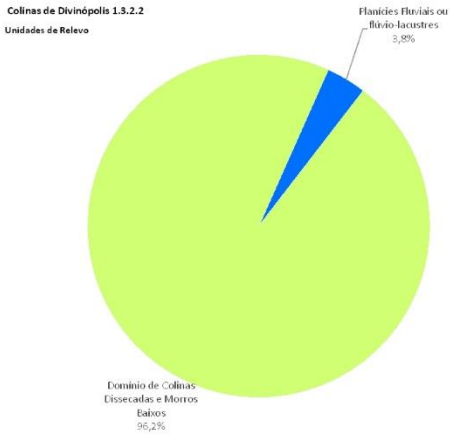
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo



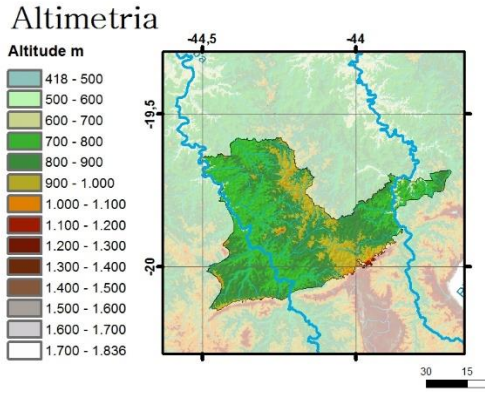


Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.

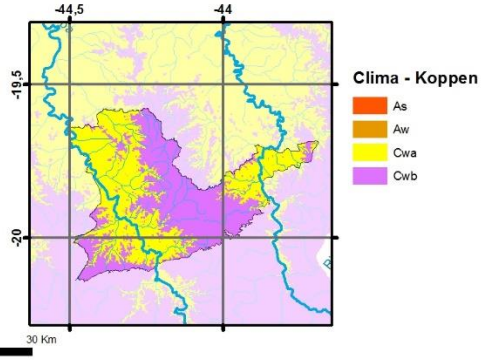
1.3.2.3 - Depressão RMBH Sul

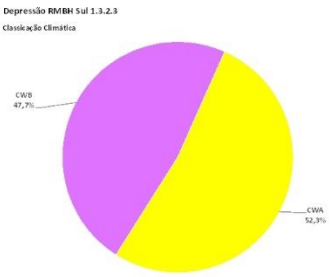
O limite norte é dado pela generalização do Cerrado *Stricto Sensu* que se concentra na ecorregião vizinha, 1.2.3.14 - Depressão RMBH Norte. No sul da ecorregião, na região da Serra do Curral, o limite é dado pela ocupação urbana e no restante, leste e oeste, pelo relevo colinoso (Domínio de colinas dissecadas e de morros baixos e Domínio de colinas amplas e suaves). Apesar de ser a ecorregião com maior percentual de áreas urbanas (26,4%) ainda tem 35% de sua área recoberta por vegetação natural. Desse total 80% são referentes às Florestas Estacionais Semideciduais e 20% de fitofisionomias do Cerrado, configurando-se assim como uma área de transição entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado.

Altimetria

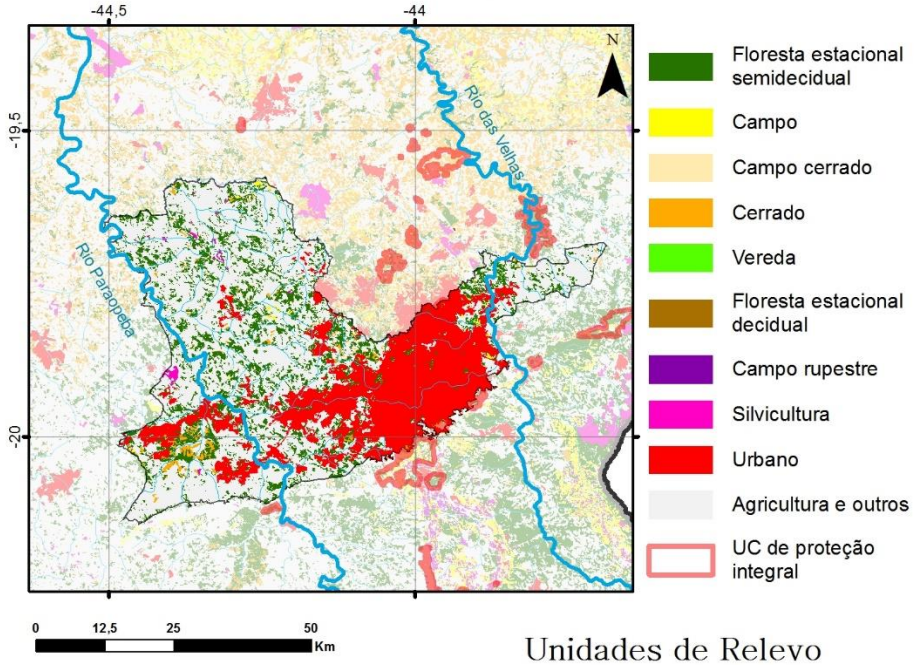


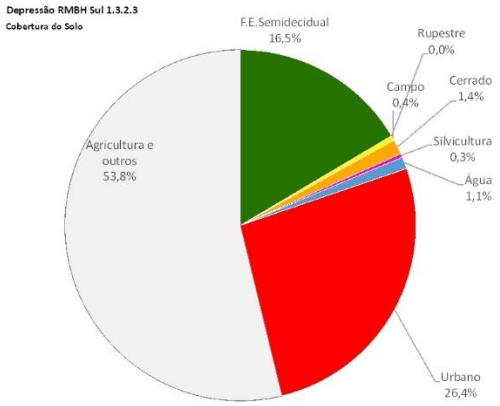
Clima



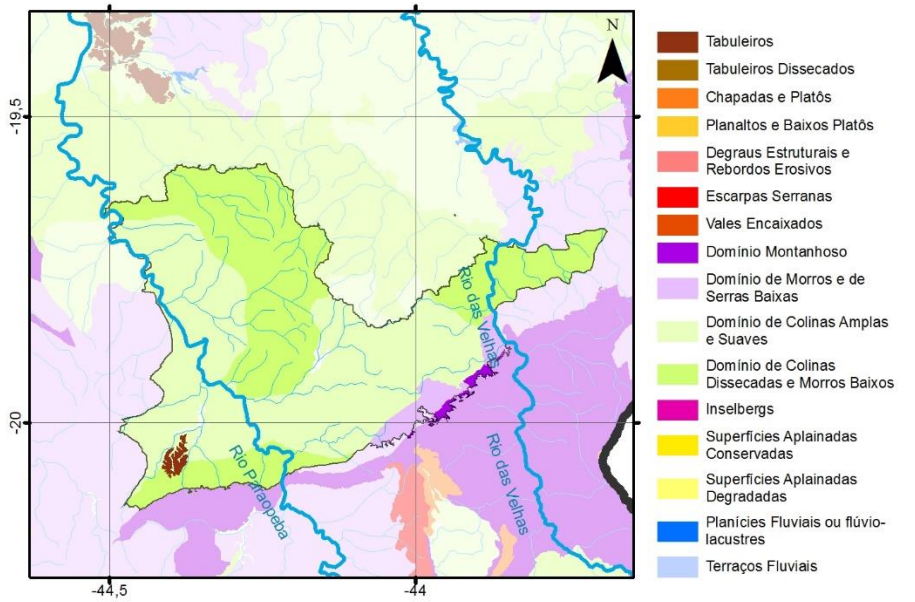


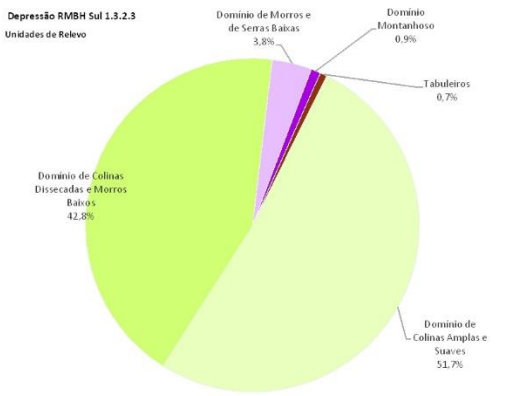
Vegetação / Cobertura do Solo





Unidades de Relevo





Projeção Latitude/Longitude. Datum WGS 1984.
Relevo: CPRM, 2010. Altimetria: Imagem SRTM, 2015.
Clima: Alvares et al, 2013. Vegetação: Scolforo e Carvalho, 2009.