



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**GEOGRAFIA – PPGGEO**  
**MESTRADO EM GEOGRAFIA**



**JEFFERSON PAULO RIBEIRO SOARES**

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS UNIDADES DE  
PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE MILTON BRANDÃO-PI:  
SUBSÍDIO PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL.**

TERESINA, PI

FEVEREIRO - 2016

**JEFFERSON PAULO RIBEIRO SOARES**

**VULNERABILIDADE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO  
MUNICÍPIO DE MILTON BRANDÃO-PI: SUBSÍDIO PARA O  
ORDENAMENTO TERRITORIAL.**

Versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia - PPGGEO, da Universidade Federal do Piauí como requisito para a aquisição do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Estudos Regionais e Geoambientais.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Maria Sabóia de Aquino

Teresina, PI

Fevereiro – 2016

# VULNERABILIDADE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE MILTON BRANDÃO-PI: SUBSÍDIO PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL.

Banca Examinadora da Defesa de Mestrado em Geografia

Versão final da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia - PPGGEO, da Universidade Federal do Piauí como requisito para aquisição do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Maria Sabóia de Aquino.

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Maria Saboia de Aquino – Orientadora – UFPI

---

Prof. Dr. Francisco de Assis da Silva Araújo – UEMA

---

Prof. Dr. Gustavo Souza Valladares. - UFPI

Teresina/PI

Fevereiro – 2016.

## AGRADECIMENTOS

Minha prioridade ao agradecer vai ao Onipresente que sempre esteve de fato presente durante todo meu percurso, ao Onipotente que me deu forças nos momentos difíceis e inesperados que me acompanharam nesses últimos dois anos, ao Onisciente que me fez saber que tudo é possível ao que crer. Ao Deus, Jesus Cristo, o meu muito obrigado.

Além do Altíssimo a também muitos mortais a qual devo meus sinceros agradecimentos, dentre eles a minha bela e amada esposa, Ana Paula Soares, pelo apoio e compreensão, aos meus pais Josefa e Paulo, meus tutores e patrocinadores de muitos dos meus sonhos, muito obrigado esse trabalho é também um produto de vocês.

Ao meu amado irmão Jobson Ribeiro e meu Tio Pascoal Gonçalves, meu muito obrigado pela parceria de vida que me acalentou nos momentos difíceis.

Aos meus parentes e amigos em especial Jhonston, Marco Aurelio, Jessica, Cleonélio, Aline, Amanda Dias, Francílio Amorim, Antenor, que de alguma forma em maior ou menor proporção me auxiliaram na execução desse trabalho.

A banca examinadora ( Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Maria Saboia de Aquino; Prof. Dr. Francisco de Assis da Silva Araújo; Prof. Dr. Gustavo Souza Valladares) pela solicitude em atender nosso pedido para que a mesma viesse a fazer a apreciação do nosso trabalho.

A Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, por terem me selecionado e financiado minha pós-graduação, instituição a qual sou imensamente grato e a qual devo muito.

Ao Prof. Dr. Gustavo Souza Valladares, pelos constantes conselhos e orientações e pela prestativa amizade e solicitude.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Maria Saboia de Aquino, pelas orientações, pela paciência, pelo carinho pelo cuidado. Meu surgimento no mundo acadêmico veio por suas mãos, sou imensamente grato pela sua orientação pelo seu apadrinhamento, pela sua paciência para me suportar nos momentos difíceis pelos anos que se foram e pelos que ao de vir meu muito obrigado, eu a tenho como minha orientadora vitalícia.

A todos que aqui não foram mencionados mas que contribuíram de alguma forma para que esse momento se tornasse real em minha vida meu agradecimento.

## RESUMO

Um dos principais desafios de sociedade contemporânea é encontrar soluções práticas que venham a conciliar as questões ambientais com o bem estar e o desenvolvimento social. A sustentabilidade é vista como um paradigma no sentido de buscar rever as interações da sociedade com a natureza, convertendo-se dessa forma em uma bússola para a implementação dos processos de planejamento levando em consideração os aspectos ambientais do território. Estudos nesse sentido foram desenvolvidos na Sibéria pelo grupo no qual, V.B. Sochava fazia parte. Os estudos deste pesquisador voltavam-se para a classificação da paisagem como forma de subsídio ao planejamento da mesma, planejamento que era fundamento basilar da União Soviética. Os estudos de classificação da paisagem fundamentam-se na abordagem integrada, base metodológica da presente pesquisa que teve como objetivo geral analisar em uma perspectiva integrada a paisagem do município de Milton Brandão-PI, objetivando subsidiar o ordenamento territorial do município. Os objetivos específicos foram i) Caracterização do município de Milton Brandão – PI, quanto aos aspectos físicos (geologia, geomorfologia, climatologia, hidrografia, solos, declividade, altimetria e cobertura vegetal) e sociais (densidade demográfica e escolaridade); ii) Mapeamento das unidades Geomorfológicas do Município de Milton Brandão – PI; iii) Identificação das formas de uso e cobertura das terras do Município de Milton Brandão – PI; iv) Identificação das unidades de paisagem no Município de Milton Brandão – PI, que foi realizada a partir da abordagem integrada; v) Análise da vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem do município de Milton Brandão – PI vi) Diagnóstico das potencialidades, limitações e problemas ambientais das unidades de paisagem identificadas. Como resultados foram identificadas as seguintes unidades geomorfológicas: Chapas, Colinas, Morros, Patamares Estruturais e os Vales abertos. Considerando a expressão cultural das comunidades e a toponímia das localidades onde vivem as populações e é claro principalmente as características geoambientais da paisagem foi possível identificar oito unidades de paisagem, a saber: Serras do Retiro, Vales Centrais, Colinas de São Gonçalo, Sertão de Dentro, Chapada do Marfim, Vale do Rio Capivara, Vale do Rio Corrente. Para cada unidade de paisagem foi feito um mapeamento da vulnerabilidade ambiental, com posterior análise da mesma. Os dados indicaram que quanto a vulnerabilidade ambiental a unidade de paisagem Chapada do Marfim apresentou 63% da sua área incluída no nível de muito baixa vulnerabilidade;

20% no nível de baixa vulnerabilidade; 12% no nível de média vulnerabilidade e as áreas de alta a muito alta vulnerabilidade ambiental somadas chegam a 5% da área total da referida unidade de paisagem. A unidade de paisagem Colinas de São Gonçalo apresentou 68% de sua totalidade com índices médios de vulnerabilidade e 32% com índices altos e muito altos de vulnerabilidade ambiental; Na unidade Serra do Retiro houve uma predominância de áreas com vulnerabilidade muito baixa algo em torno de 39%, e as áreas com vulnerabilidade baixa representaram 9% da unidade de paisagem; as áreas de média vulnerabilidade representaram 21% da unidade de paisagem. Já as áreas com alta vulnerabilidade corresponderam a 18% e as com vulnerabilidade muito alto representaram 13% da referida unidade de paisagem; A unidade de paisagem Sertão de Dentro apresentou em sua totalidade índices de vulnerabilidade ambiental alto a muito alto; A unidade de paisagem Vale do rio Capivara apresentou 74% da sua área classificada como de vulnerabilidade ambiental média e 26% com índice de vulnerabilidade ambiental alta a muito alta; a unidade Vale do rio Corrente apresentou 34% da sua área classificada como de muito baixo nível de vulnerabilidade, 17% foi classificada como de baixo nível de vulnerabilidade, 33% foi classificada como áreas de média vulnerabilidade, 10% como áreas de alta vulnerabilidade e 6% como de muito alta vulnerabilidade ambiental e a unidade Vales Centrais apresentou vulnerabilidade ambiental muito baixa a baixa em quase toda sua extensão em torno de aproximadamente 70%, outros 28% foram classificados em níveis médios de vulnerabilidade e apenas 5% foi classificado como de nível alto a muito alto de vulnerabilidade ambiental. Dessa forma o presente trabalho buscou por meio da determinação da vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem do município de Milton Brandão-PI subsidiar o ordenamento territorial do município, de modo a orientar ações e intervenções por parte do poder público com vistas ao desenvolvimento sustentável do área de estudo.

**Palavras-chaves:** Unidades Geomorfológicas; Unidades de Paisagem; Fragilidade Ambiental; Ordenamento Territorial.

## ABSTRACT

One of the main challenges of contemporary society is to find practical solutions that will reconcile environmental issues with the welfare and social development. Sustainability is seen as a paradigm in order to seek review the company's interactions with nature, becoming this way a compass for the implementation of the planning processes taking into account the environmental aspects of the territory. Studies in this direction were developed in Siberia by the group in which V.B. Sochava part. Studies of this research turned to the landscape classification as a form of subsidy to the planning of it, planning it was basic foundation of the Soviet Union. The landscape classification studies are based on the integrated approach, methodological basis of this research that aimed to analyze in an integrated approach to landscape the city of Milton Brandão-PI, aiming to support the spatial planning of the municipality. The specific objectives were i) characterization of the city of Milton Brandão - PI, as the physical (geology, geomorphology, climatology, hydrology, soils, slope, altitude and vegetation) and social (population density and education); ii) Mapping units of the City of Milton Brandão Geomorphologic - PI; iii) identification of the forms of use and coverage of land the city of Milton Brandão - PI; iv) Identification of landscape units in the city of Milton Brandão - PI, which was held from the integrated approach; v) environmental vulnerability analysis of landscape units in the city of Milton Brandão - PI vi) Diagnosis of strengths, limitations and environmental problems of the identified landscape units. The results were identified the following geomorphological units: Plates, Hills, Structural Landings and open valleys. Considering the cultural expression of the community and the place names of the locations where the populations live and of course especially the geo-environmental characteristics of the landscape were identified eight scenic drives, namely: Serra do Retiro , Vales Centrais, Colinas de São Gonçalo, Vale do Rio Corrente, Chapada do Marfim, Vale do Rio Capivara Sertão de Dentro For each landscape unit was made a mapping of environmental vulnerability, with subsequent analysis of it. The data indicated that the environmental vulnerability Chapada do Marfim landscape unit showed 63% of the area included in the level of very low vulnerability; 20% in the low vulnerability level; 12% in the average level of vulnerability and areas of high to very high environmental vulnerability added to reach 5% of the total area of said landscape unit. The landscape unit Colinas de São Gonçalo showed 68% of their total with average rates of vulnerability and 32% with high rates and very high environmental vulnerability; In Serra do Retiro unit there was a

predominance of areas with very low vulnerability somewhere around 39%, and areas with low vulnerability accounted for 9% of the landscape unit; the average areas of vulnerability represented 21% of the landscape unit. The areas with high vulnerability accounted for 18% and very high vulnerability accounted for 13% of that landscape unit; The landscape unit Sertão de Dentro presented in its entirety rates of high environmental vulnerability to very high; The unit of landscape Vale do rio Capivara had 74% of its area classified as environmental medium vulnerability and 26% with high environmental vulnerability index very high; Vale do Rio Corrente unit 34% apresentou current of their area classified as very low level of vulnerability, 17% were classified as low level of vulnerability, 33% was classified as areas of medium vulnerability, 10% as highly vulnerable areas and 6% as very high environmental vulnerability and the Central Valleys unit has low environmental vulnerability low in almost its entire length around approximately 70%, another 28% were classified as average levels of vulnerability and only 5% was classified as high level to very high environmental vulnerability. Thus, the present study sought by determining the environmental vulnerability of the landscape units in the city of Milton Brandão-IP support the territorial planning of the municipality, in order to guide actions and interventions by the government for sustainable development of the area of study.

**Keywords:** Geomorphological units; Landscape units; Environmental fragility; Territorial Planning.



## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	9
1.1 Objetivo Geral .....	10
1.2 Objetivos Específicos.....	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
2.1 A concepção da paisagem no prisma da abordagem sistêmica.....	11
2.2 A visão sistêmica como suporte para a classificação da paisagem.....	16
2.3 O zoneamento ambiental como subsidio ao planejamento territorial.....	27
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Procedimentos metodológicos .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4.1 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SÓCIOECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE MILTON BRANDÃO-PI.....	42
4. 1.1 Caracterização Geoambiental .....	43
4.1.2. Aspectos geológicos .....	43
4.1.3 Aspectos geomorfológicos .....	45
4.1.4 Aspectos Climáticos.....	56
4.1.5 Aspectos hidrográficos .....	66
4.1.6 Aspectos pedológicos.....	68
4.1.7 Uso e cobertura das terras.....	72
4. 2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA.....	76
4.3. A COMPARTIMENTAÇÃO DA PAISAGEM.....	80
4.4 UNIDADES DA PAISAGEM: ANÁLISE E VULNERABILIDADES .....	82
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
Referencias.....	100

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da sociedade contemporânea é encontrar soluções práticas que venham a conciliar as questões ambientais com o bem estar e desenvolvimento social. A sustentabilidade é vista como um paradigma no sentido de buscar rever as interações da sociedade com a natureza, convertendo-se dessa forma em uma bússola para a implementação dos processos de planejamento levando em consideração os aspectos ambientais do território.

Nesse sentido é que várias regulamentações jurídicas foram sendo constituídas no mundo inteiro com o intuito de aliar o bem estar social com os aspectos ambientais do meio em que essa sociedade se encontra inserida. Tais dispositivos jurídicos se fundamentaram em bases científicas, dentre essas bases podemos destacar a Teoria Geral de Sistemas, que propõe uma visão holística sobre o meio e que vai embasar os estudos que desenvolvidos na Sibéria por um grupo de pesquisadores, do qual V.B. Sothava fazia parte. Tais estudos voltavam-se para a classificação da paisagem como forma de subsídio ao planejamento da mesma..

Posteriormente estudos nesse sentido foram se aperfeiçoando e construindo assim um acervo metodológico a cerca do zoneamento da paisagem, sendo que alguns estudos atualmente tomam como base para o zoneamento as áreas político administrativas, em especial o território municipal, a exemplo do trabalho desenvolvido por Manosso (2005).

Estudos sobre esse viés vem de encontro a necessidade dos municípios brasileiros de satisfazerem as atribuições que lhes foram delegadas por meio da lei complementar número 140 de 8 de dezembro de 2011 que fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no tocante a competência comum relativa à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate a poluição em todas as suas formas e a preservação das florestas da fauna e da flora.

Dentre as atribuições designadas aos Municípios por meio desta lei complementar, destacam-se as seguintes: executar e fazer cumprir, em âmbito municipal, as Políticas Nacional e Estadual de Meio Ambiente e demais políticas nacionais e estaduais relacionadas à proteção do meio ambiente; exercer a gestão dos recursos ambientais no âmbito de suas atribuições; formular, executar e fazer cumprir a Política Municipal de Meio Ambiente; promover, no Município, a integração de programas e ações de órgãos e entidades da administração pública federal, estadual e municipal, relacionados à proteção e à gestão ambiental; articular a cooperação técnica, científica e financeira, em apoio às Políticas Nacional, Estadual e Municipal de Meio Ambiente; promover o desenvolvimento de estudos e

pesquisas direcionados à proteção e à gestão ambiental, elaborar o Plano Diretor, observando os zoneamentos ambientais; definir espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos.

Dessa forma fica evidente a necessidade de trabalhos que tenham como foco estudar a paisagem que compõe os municípios, sob o viés geossistêmico, pois tais estudos se constituem como alicerce e subsídio para que os municípios venham ter capacidade de cumprir com as obrigações que lhes foram delegadas por meio da lei complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011.

Neste sentido a presente pesquisa foi desenvolvida com os seguintes objetivos:

### **1.1 Objetivo Geral**

- Analisar em uma perspectiva integrada a paisagem do município de Milton Brandão– PI, objetivando subsidiar o ordenamento territorial.do mesmo.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Mapear unidades Geomorfológicas do Município de Milton Brandão – PI.
- Identificar as formas de uso e cobertura das terras do Município de Milton Brandão – PI.
- Identificar Unidades de Paisagem no Município de Milton Brandão – PI, a partir da abordagem integrada.
- Avaliar a vulnerabilidade, potencialidades e limitações geoambientais das Unidades de Paisagem do Município de Milton Brandão – PI.

A escolha da área em questão deu-se devido à lacuna que há de estudos geoambientais na área tendo como base espacial a delimitação política-administrativa, sendo que a escolha da delimitação política-administrativa se deu devido à mesma ser a base de operacionalidade dos gestores municipais, o que faz com que as ações voltadas para a organização espacial do território se tornem mais eficazes e viáveis.

Assim a pesquisa em questão busca se estabelecer como um subsídio para a gestão do território municipal, buscando consolidar-se assim como uma ponte entre os conhecimentos acadêmicos do campo da geografia e a gestão pública do território municipal.

Vale ressaltar que o conhecimento das características municipais torna-se subsídio importante para a conscientização da população diante das necessárias mudanças de atitude em relação aos aspectos naturais, posto que conhecendo-se o substrato físico e levando-se em consideração suas peculiaridades e seus aspectos condicionantes, é possível identificar as

melhores formas, alternativas e potencialidades para a ocupação e o uso do solo nos diferentes espaços do território.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 A concepção da paisagem no prisma da abordagem sistêmica**

Ao trabalhar com o conceito de paisagem faz-se necessário delimitar sob qual concepção irá fundamentar-se, isso por que o conceito de paisagem possui várias concepções. O geógrafo alemão Gehard Hard (1992) apud Gomes (1997) conseguiu identificar em seus estudos onze tipologias para o conceito de paisagem, desde a paisagem como um quadro paisagístico do vivenciado ou vivido até a paisagem como uma fenomenalidade de uma expressão agradável.

Uma das onze tipologias da paisagem identificadas por Hard (1992) se aplica a este trabalho, qual seja a da paisagem como um sistema, formada das relações entre os elementos naturais como clima, vegetação e solo e que a relação entre esses elementos constitui um quadro singular. Nessa perspectiva Alexandre Von Humboldt foi um marco histórico para a geografia tradicional, sendo um dos primeiros a analisar a paisagem a partir da relação entre os elementos naturais que a constitui, sendo que para ele a vegetação era o dado mais significativo para caracterização espacial.

Outro grande expoente nos primórdios dos estudos da paisagem foi F. Ratzel que desenvolveu seus trabalhos, no final do século XIX, na linha do racionalismo e do positivismo ambiental, considerando as relações de causa que interagem na natureza. Outro autor de fundamental importância foi S. Passarge, sendo este o primeiro a dedicar um livro à paisagem, *Grundlagen der Landschaftskunde* (1919-1920), baseado em seus estudos realizados acerca do continente africano, o que resultou em um ramo da Geografia que se denominou Geografia da Paisagem (MOURA; SIMÕES, 2010).

Já Carl Troll em seus estudos complementou o conceito de Paisagem com as abordagens contemporâneas da Ecologia. Ele introduziu o termo ecótopo como a extensão do conceito de biótopo à totalidade dos elementos geográficos, em especial os abióticos, abrindo caminho dessa forma para a construção do conceito de Geossistema. Além disso, ele buscou a construção de um ramo da geografia dedicado exclusivamente aos estudos da paisagem, sendo este denominado por ele como a ecologia da paisagem, que posteriormente veio a denominar-se de Geocologia (TRUEBA, 2012).

Segundo E. Neef (1967, 1970) é fundamental entender que no cerne das paisagens se estabelecem trocas que vão além da troca de matéria e energia entre os elementos, incluindo aí nesse cenário o homem, há também uma troca de informação que cria um elo entre as partes. Sendo este o princípio do Holismo, onde o todo não pode ser considerado como uma simples soma das partes.

As ideias de E. Neef foram corroboradas pelos estudos desenvolvidos desde 1950 pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy, estudos que veio a culminar na teoria geral de sistemas onde no bojo de sua teoria o autor procurava alerta para os males provocados pelo excessivo reducionismo das ciências que impediam que se pudessem vislumbrar os fatos de forma mais abrangente, pois segundo Bertalanffy (1973, p. 52).

A ciência moderna é caracterizada por sua crescente especialização, determinada pela enorme soma de dados, pela complexidade das técnicas e das estruturas teóricas de cada campo. Assim, a ciência está dividida em inúmeras disciplinas que geram continuamente novas subdisciplinas. Em consequência, o físico, o biólogo, o psicólogo e o cientista social estão, por assim dizer, encapsulados em seus universos privados, sendo difícil conseguir que uma palavra passe de um casulo para outro.

Como intuito de romper com esse casulo se faz necessário estudar os processos quer sejam naturais ou sociais a partir da interação dinâmica das partes que compõem esses processos para que dessa forma possam-se entender os fenômenos por um todo (BERTALANFFY,1973).

O objetivo de Bertalanffy (op.cit) ao elaborar a Teoria Geral dos Sistemas foi propor a elaboração de uma teoria que estabeleça princípios universais que se apliquem a todos os sistemas em geral, quer sejam de natureza física, biológica ou social. Um dos indícios de que tal concepção teórica era possível e aplicável é que em diferentes sistemas e campos da ciência há uma ligação um isomorfismo estruturante entre estes campos e sistemas, o que faz com que os mesmos possam ser abarcador de forma geral por uma única teoria.

No entanto, isso não significa que a teoria seja apenas um instrumento de criação de analogias disparatadas e sem significação, pelo contrário os isomorfismos apresentados e elucidados pela teoria são consequências do fato que, certos aspectos, ou características são pertinentes em todos os sistemas, por conta disso podem ser aplicadas abstrações correspondentes e modelos conceituais a fenômenos diferentes, somente por meio desses aspectos é que a teoria se aplica.

Com o propósito de elucidar essas ligações, para uma compreensão sistêmica é que Bertalanffy (op.cit) elaborou uma obra intitulada: Teoria Geral dos Sistemas. Esta obra está

sistematizada em dez partes, em seu bojo se propõe a ser um instrumento útil capaz de fornecer modelos a serem usados em diferentes campos da ciência, demonstrando assim, fácil transposição de um campo para outro.

Os sistemas comportam-se como um todo, onde qualquer variação em um dos elementos irá influenciar as ligações coexistentes em todos os outros elementos, para Bertalanffy (1973, p. 115).

A teoria geral dos sistemas deveria ainda ser um importante dispositivo regulador na ciência a existência de leis e de estruturas semelhantes em diversos campos torna possível o uso de modelos mais simples ou melhor conhecidos para fenômenos mais complicados ou de difícil manejo.

Como resultado desse esforço para criação de um modelo genérico para o estudo dos sistemas temos que segundo Bertalanffy (1973) a análise dos princípios gerais dos sistemas mostra que muitos conceitos considerados antropomórficos, metafísicos ou vitalistas, são acessíveis a uma exata formulação.

É a partir dessa visão sistêmica que Viktor Borisovich Sochava, acadêmico do Instituto de Geografia da Sibéria e Extremo Oriente formulou na década de 60 do século XX a Teoria do Geossistema, para tanto ele utilizou toda a teoria sobre paisagens (Landschaft) elaborada pela Escola Russa. Sendo que ele fez a interpretação dessa herança sob uma visão da Teoria Geral de Sistemas (RODRIGUEZ; SILVA, 2002).

Dessa forma, a paisagem era considerada em uma perspectiva sistêmica, formada por cinco atributos sistêmicos fundamentais: i) estrutura, ii) funcionamento, iii) dinâmica, iv) evolução e v) informação. Pela primeira vez, a análise espacial (própria da Geografia Física) articulava-se com a análise funcional própria da Ecológica Biológica (RODRIGUEZ; SILVA, 2002).

Sochava (1977 e 1978) propõe que ao se estudar a paisagem em condições normais, devem-se observar não os componentes da natureza, mas sim as conexões que há entre eles, não devendo se restringir a morfologia da paisagem, mas projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional e conexões.

A proposta do estudo de geossistema foi concebida na escola siberiana como uma base de apoio ao planejamento e desenvolvimento socioeconômico territorial. Para tanto, Sochava (1977, p.6.) explicava que “[...] é necessário encarar a questão do estudo dos geossistemas como formações naturais, desenvolvendo-se de acordo com os níveis segundo os quais atuam, sobretudo na esfera geográfica”.

Para o referido autor, geossistemas “são uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, que se subdividem em geossistema relacionados à vida terrestre e aqueles que dizem respeito aos mares e oceanos” (Sotchava, 1977, p. 16) e que estão em constante processo de evolução e transformação no decorrer do tempo, sob a influência humana ou de diferentes tipos de fenômenos periódicos.

Sochava fez uma ressalva a respeito da diferenciação entre ecossistema e geossistema, posto não haver uma associação direta entre esses dois termos. Dessa forma, para Sochava (1977, p. 17):

Ecossistemas são complexos monocêntricos nos quais o ambiente natural e suas bases abióticas são examinadas do ponto de vista de suas conexões com os organismos. Sendo assim um conceito biológico. Já o geossistema abrange complexos biológicos, possuem uma organização de sistema mais complicada e em comparação com os ecossistemas, tem capacidade vertical consideravelmente mais ampla. Geossistemas são policêntricos, sendo-lhes peculiares alguns componentes críticos, geralmente representados pela biota. De qualquer forma mesmo quando há a coincidência espacial entre geossistema e ecossistema, as abordagens tanto de um geógrafo como de um ecologista são diferentes.

Com o intuito de estudar os geossistemas de forma mais sistemática e metodológica propôs um princípio de classificação bilateral para os geossistemas, sendo que:

A classificação deveria refletir, claramente, a hierarquia das subdivisões no âmbito das paisagens existentes na natureza; fornecer uma ideia sobre as unidades naturais homogêneas das diversas categorias e, simultaneamente, sobre as unidades espaciais de diferentes qualidades co-subordinadas entre si, formando também uma categoria integral. Sendo que paralelamente a isso, a classificação deveria refletir a dinâmica, ou seja, os estados variáveis do geossistema e examiná-los como derivações de uma outra estrutura primitiva (SOTCHAVA, 1977, p. 26. ).

Para Sochava (1978, p.2.) “sistematizar o parcelamento do meio natural é um requisito indispensável à solução de muitos problemas geográficos, tais como a elaboração de cartas de paisagens entre elas mapas panorâmicos de geossistemas.”

Referindo-se em particular a noção de homogeneidade e diferenciação Sochava (1978) propôs uma classificação em duas categorias, o geômero, que é a menor unidade geograficamente homogênea, e geócoro, que é a menor unidade de diferentes qualidades integrativas, sendo que ambos em sua totalidade caracterizam a estrutura das paisagens da Terra.

Segundo Sochava (1978.) a classificação dos geossistemas deve revelar a tendência dinâmica do meio natural, sem o que ela não pode servir particularmente às tarefas e

responsabilidades dos geógrafos atuais, que são: o levantamento, a descoberta de possibilidades e a relação do optimum natural em que vive a humanidade.

Ressalta-se que um dos principais objetivos dos estudos geográficos sobre geossistemas, é fornecer subsídios para a elaboração da prognose da paisagem, sendo que essa prognose é embasada nas características atuais do geossistemas que formam as paisagens, e na ação antrópica que será desenvolvida no mesmo, sendo que a partir dessa ação é elaborado um estudo projetivo, de como sob essa ação antrópica sobre esse geossistema irá se desenvolver, pois para Sochava (1977, p. 49):

O estudo de geossistemas indica a necessidade da participação dos geógrafos especializados em Geografia física na elaboração de projetos, mesmo nos casos em que seria suficiente uma consulta prévia a um especialista em um determinado setor. Sendo que a participação dos geógrafos nas pesquisas, inspeções e experimentos ligados a conservação do ambiente, assume um especial significado na importante tarefa da geografia aplicada.

Os trabalhos elaborados por Sochava (1977 e 1978) revelam um intrínscio interesse de fornecer medidas reguladoras das ações modeladoras da paisagem visando, assim, minimizar os impactos causados pelas mesmas, além de frizar que nesse processo se faz necessário à presença do geógrafo, pois sem o mesmo a visão do todo seria comprometida.

Vale destacar que embora Sochava tenha fornecido valorosa contribuição, suas ideias muitas vezes não eram claras. TRICART (1982) tece uma série de críticas às definições de Sochava, principalmente argumentando que ele não dá às suas idéias uma explicação ou exemplificação coerentes e suficientemente claras. Ele chega mesmo a afirmar que algumas definições de Sochava deixavam-no em "perplexidade" citando um trabalho apresentado no Congresso Internacional de Geografia de Moscou onde Sochava definia Geossistema como "uma unidade dinâmica com organização geográfica própria", e "um espaço que permite repartição de todos os componentes de um geossistema, o que assegura sua integridade funcional". Tricart cobra de Sochava "exemplos precisos" e termina por afirmar que "tudo isso está muito confuso, muito verbal, muito pouco dialético".

CRUZ (1985) afirma que para um prognóstico "geográfico integral" levando-se em consideração a enunciação de Sochava é necessário este "ser feito á base da dinâmica do ambiente natural e isto somente é possível pela análise setorial. Ambas as abordagens setorial e integral devem interpenetrar-se e manter interfaces". Fatores econômicos e sociais devem ser levados em conta no estudo do Geossistema, embora esse seja um fenômeno natural, já que suas atuações refletem na natureza.



## 2.2 A visão sistêmica como suporte para a classificação da paisagem

Um significativo avanço na concepção sistêmica da paisagem foi lançado com o intuito de propor uma classificação para a mesma, entre aqueles que se empenharam no sentido de propor uma classificação da paisagem podemos destacar os nomes de Bertrand e Tricart, sendo que ambos concebiam o sistema natural como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, onde esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos, como consequência o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes.

Baseado nessa concepção foi que Bertrand (1972) propôs um modelo sistêmico de análise da paisagem, onde para ele: “estudar a paisagem é antes de tudo propor um método para analisá-la”. Tal modelo veio a contribuir em prol de por fim à visão sincrética que pairava sobre a paisagem, pois durante muito tempo o conceito de paisagem ficou quase que estranho a Geografia física, sendo que os estudos realizados anteriormente nessa área estavam ordenados de forma inadequada.

Por conta disso, postulou que a paisagem não deveria ser vista apenas como uma adição disparatada de elementos geográficos; pelo contrário, a paisagem deve ser vista como o resultado de uma combinação dinâmica, sendo assim instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente entre si, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável. (BERTRAND, 1972).

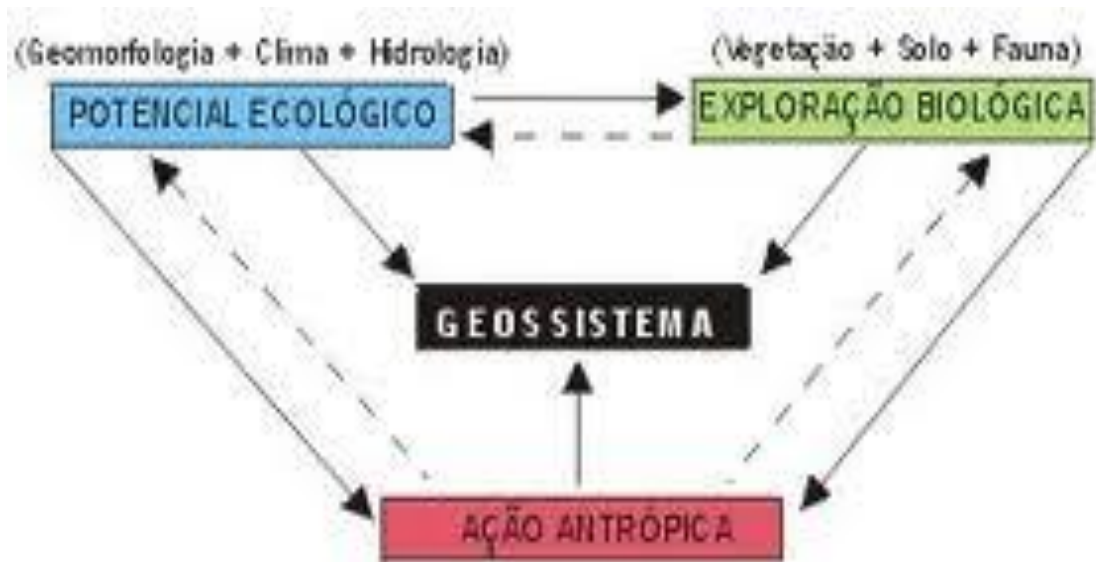
Balizado nesta definição Bertrand (1972) elaborou um esboço metodológico de classificação da paisagem. Nesta classificação a paisagem é dividida em seis níveis têmporo-espaciais, sendo que três são de unidades superiores: zona, domínio e região, onde os elementos climáticos e estruturais são os fatores básicos de estruturação dessas unidades; e três unidades inferiores: geossistema, geofácies e o geótopo. Nos níveis inferiores os elementos biogeográficos e antrópicos destacam-se nessas unidades. (BERTRAND, 1972).

A zona, o primeiro nível de classificação, se caracteriza por demarcar ou delimitar os eventos que se apresentam em uma grandeza planetária, sendo que a zona se define primordialmente pelo seu clima e seus biomas e acessoriamente por megaestruturas, a exemplo da zona temperada. Já o domínio designa as manifestações de escala continental, como é o caso do domínio das florestas tropicais. A terceira unidade é a região, que

compreende a manifestações de médio e grande porte, como é o caso da região dos cerrados e da caatinga.

Os próximos três níveis inferiores são: geossistema, geofácies e geótopo. Estes são os que mais dinamizam e auxiliam o trabalho geográfico. O geossistema acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto e compreende alguns quilômetros a centenas de quilômetros quadrados. É nessa escala têmporo-espacial que ocorrem a maior parte dos fenômenos que interferem nos elementos da paisagem, e que provoca uma evolução das combinações dialéticas. (Bertrand, 1972). De forma mais sintética, o geossistema corresponde à combinação de fatores geomorfológicos, climáticos, biológicos e hidrológicos além de outros, conforme Figura 1.

Figura 1: Geossistemas segundo Bertrand.



Fonte: Bertrand, 1972.

Por conta da dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica, pelo contrário, ele geralmente é formado por diferentes paisagens em diferentes estágios de evolução, sendo que esses estágios ou sistemas de evolução reúnem uma gama de formas de energia que são complementares ou antagônicas, que reagindo dialeticamente entre si, determinam a evolução geral da paisagem. Esses sistemas de evolução podem ser divididos em dois conjuntos diferentes: Geossistemas em biostasia e Geossistemas em resistasia.

Segundo Bertrand (1972) geossistemas em biostasia, tratam de paisagem onde a atividade geomorfogenética é fraca ou nula. O potencial ecológico é, no caso, mais ou menos

estável. O sistema de evolução é dominado pelos agentes e os processos bioquímicos e a intervenção antrópica pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, mas nunca ela compromete o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

Nos geossistemas em resistasia, a geomorfogênese controla a dinâmica global das paisagens. A erosão, o transporte e a acumulação dos detritos, levam a mobilidade das vertentes e a uma modificação mais ou menos acentuada do potencial ecológico (BERTRAND, 1972).

O geofácia, o segundo entre os níveis inferiores se define de forma facilmente perceptível no interior dos geossistemas, pois eles correspondem a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução dos geossistemas. Nesta escala a vegetação fornece os melhores critérios, sob a forma de agrupamentos fitosociológicos. A extensão têmporo-espacial compreende em média centenas de quilômetros quadrados, dessa forma, o geofácies representam uma malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um geossistema (BERTRAND, 1972).

Os geótopos obedecem aos mesmos princípios básicos postulados para um geofácia, no entanto, sua dimensão têmporo-espacial é bem mais restrita, correspondendo de centímetros a metros quadrados. A representação cartográfica desta unidade exige um inventário geográfico completo e relativamente detalhado.

Bertrand (1972) baseando-se nas escalas espaço-temporais proposta por Tricart (1965) sugere que na delimitação de cada unidade paisagística, sejam consideradas as dimensões conforme Tabela 1.

Tabela1: Nivel de hierarquização da paisagem.

<b>Unidades</b>	<b>Características</b>	<b>Ordem de grandeza</b>	<b>Medida/limites de Superfície</b>
Zona	Corresponde a zonalidade planetária, definida pelo clima, biomas e megaestruturas.	1ª Grandeza	Mais de 10 milhões de Km <sup>2</sup>
Domínio	Caracterizado pela combinação de relevo e clima, onde define reagrupamentos maleáveis e diferentes.	2ª Grandeza	1 a 10 milhões de Km <sup>2</sup>
Região	Define-se por um andar biogeográfico original; aplica-se tanto a conjuntos físicos, estruturais e climáticos.	3ª e 4ª Grandeza	De 10 mil a 1 milhão de km <sup>2</sup>
Geossistema	Resulta da combinação de um potencial ecológico, uma exploração biológica e uma ação antropica.	5ª Grandeza	De 100 a 10000 km <sup>2</sup>
Geofácies	Corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo, onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema.	6ª e 7ª Grandeza	De 1 a 100 km <sup>2</sup>
Geótopo	Correspondem as microformas. É a unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno.	8ª Grandeza	Menos de 1km <sup>2</sup>

Fonte: Bertrand (1972).

Essa proposta taxonômica de Bertrand é um indicativo de uma nova abordagem, aliás, como o mesmo afirma não é algo que vem a suplantiar o que anteriormente foi construído, pelo contrário é um esforço direcionado a complementação, junção e anexação das práticas da geografia física. Pois é certo que não cabe mais estudar de forma separada a evolução do relevo, da vegetação, e das características climáticas, não que estes estudos setorializados irão cessar ou estariam fadados ao fracasso, tal afirmação seria por demais pretenciosa.

Contudo, o desafio que se põe é estudar a paisagem em sua integralidade, a partir da junção de seus atributos que formam um complexo indissociável, Bertrand com sua proposta taxonômica a partir da noção de geossistema, nos leva a pensar sobre novos caminhos, uma proposta de renovação e revitalização para a geografia física, a despeito das críticas, afinal uma ciência que não se renova é uma ciência morta.

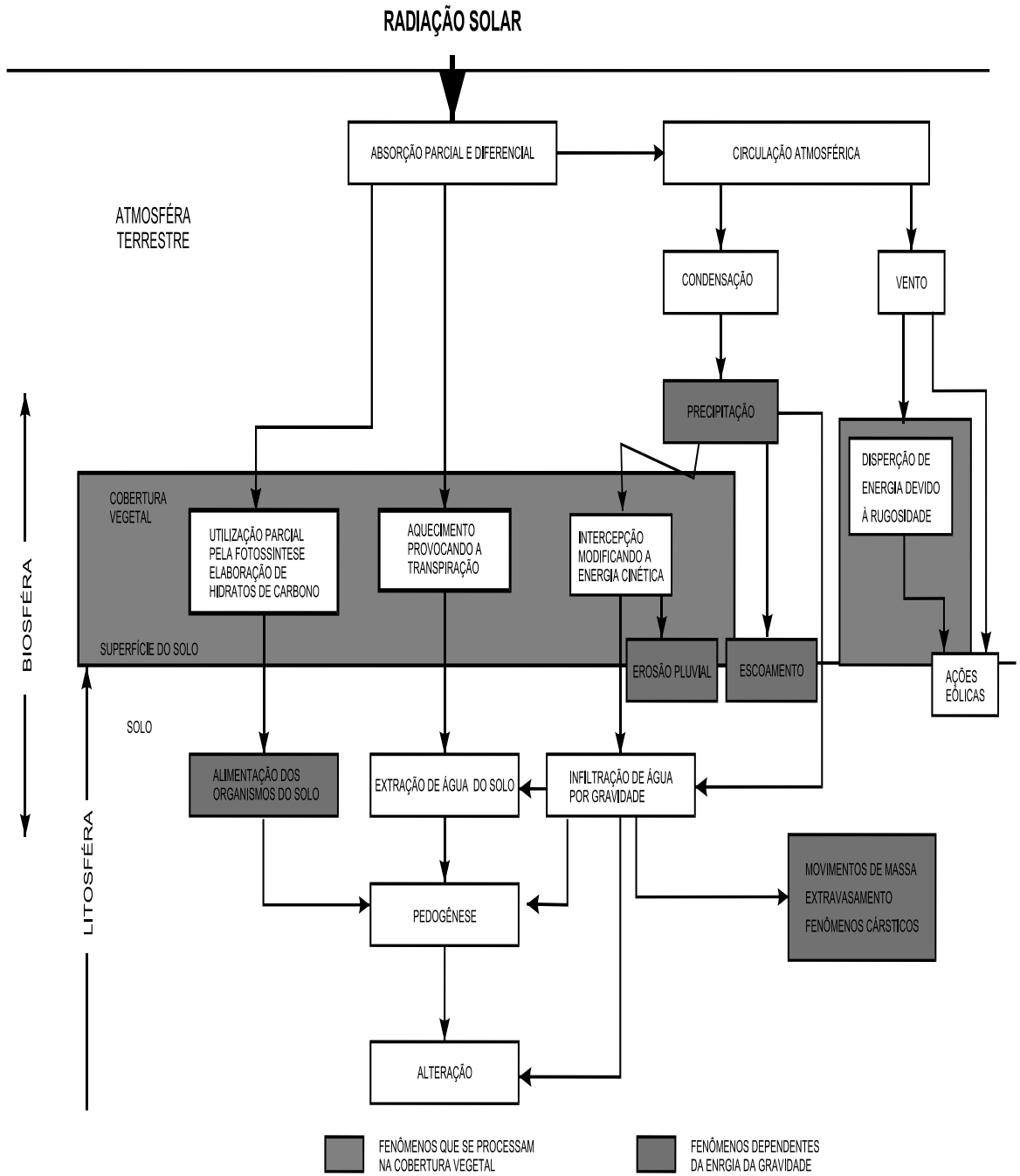
Corroborando com a visão de Bertrand (1972), Tricart (1977) afirmou que o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico que temos para estudar os problemas ambientais. Sendo que o mesmo permite a adoção de uma atitude dialética entre a necessidade da análise, que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação, e a necessidade de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é por natureza de caráter dinâmico, sendo assim o mais adequado para estudos da dinâmica ambiental (TRICART, 1977).

É instruído por esse conceito de sistema que Tricart (1977) propôs em seu trabalho uma classificação ecodinâmica dos meios ambientes, onde a ótica dinâmica deve ser o ponto de partida para a análise e classificação dos meios. Sendo assim para Tricart (1977, p. 35).

A ótica dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço. Com o efeito, esta não consiste na intervenção em um meio inerte, que leva em consideração dados imutáveis, definidos uma vez por todas, como sugere o termo inventário, ainda frequentemente usado. A ação humana é exercida sobre uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podemos nos limitar a descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico não pode se contentar com a anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece.

Na concepção de Tricart (1977) a adoção de um conceito ecológico, usando o instrumento lógico dos sistemas permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente, sendo que esse meio tem a radiação solar como fonte propulsora que alimenta o funcionamento dos vários mecanismos ambientais. Como pode ser visto no esquema da estrutura do meio ambiente elaborada por Tricart (1977) (Figura 2)

Figura 2: Estrutura do Sistema Meio Ambiente



Fonte: Tricart (1977)

Tricart (1977) com base nesses pressupostos elaborou um esboço de uma taxonomia da paisagem, onde ele a divide em oito ordens de grandezas. A primeira ordem de grandeza é uma ordem de escala global, que abrange grandes áreas e é mais relacionada à Geofísica e considera a forma da Terra como um todo; a segunda ordem caracteriza-se pelas subdivisões das grandes zonas morfoclimáticas do globo, abrangendo regiões de escudos antigos, dorsais, faixas orogênicas e bacias sedimentares, tendo uma dimensão espacial da ordem de milhões de quilômetros quadrados; na terceira ordem de grandeza estão agrupadas as unidades menores onde a paisagem é estudada do ponto de vista de sua evolução, com ênfase nos estágios de desnudação.

Estão agrupados nessa unidade os maciços antigos e bacias sedimentares, tendo uma dimensão de ordem de dezenas de milhares de quilômetros quadrado; na quarta ordem de grandeza a sua classificação é feita levando em consideração o aspecto estrutural, pois tratam-se de pequenas unidades estruturais dentro de unidades maiores, com a dimensão da ordem de centenas de quilômetros quadrados.

A quinta ordem de grandeza tem como fenômeno principal a erosão, pois enquanto as unidades superiores correspondem principalmente a forças tectônicas, essas correspondem à influencia estrutural passiva, tendo a dimensão de alguns quilômetros quadrados; na sexta ordem os modelados se individualizam pelos processos erosivos e por condições variadas criadas pela litologia. Formas como: colinas, palmares, cones de dejeção e entre outros onde a influencia tectônica não aparece de maneira direta, tendo essas formas a dimensão de centena de quilômetros quadrados; a sétima ordem é composta por microformas, tendo uma relação muito estreita com processos de esculturação ou de deposição, formas como placas de escamação, estratificação e matações e a oitava ordem de grandeza é composta por formas que vão do milímetro ao micron, são formas como poros de rochas, lineamentos e entre outras formas da mesma dimensão.

Ressalta-se também na obra de Tricart (1977) que o processo morfogenético é o princípio que determinar o grau de instabilidade paisagística. Assim, o balanço morfogenético é estabelecido pela relação entre os componentes perpendicular e o paralelo. O perpendicular representa a ação da infiltração, favorecida pela cobertura vegetal; a qual implica em alterações de natureza bioquímica e abre caminho para a pedogênese. Enquanto isso, o paralelo caracteriza o efeito erosivo, favorecido pela retirada da cobertura vegetal e abrindo caminho para ação direta dos agentes morfoesculturais (CASSETI, 1991).

Segundo Tricart (1977) este processo é o componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre, pois o mesmo produz instabilidade da superfície, que é um fator limitante muito importante no desenvolvimento dos seres vivos.

Diante de tais constatações Tricart (1977) partiu para elaborar uma proposta de classificação das paisagens, onde o mesmo distinguiu as paisagens em três grandes tipos de meios morfodinâmicos em função da intensidade dos processos atuais, a saber: meios estáveis, meios intergrades e os fortemente instáveis.

Para Tricart (1977) meios estáveis são áreas cujo modelado evolui lentamente, muitas vezes de maneira insidiosa, dificilmente perceptível, onde os processos mecânicos atuam pouco e sempre de modo lento. A caracterização essencial desse tipo de meio é com a lenta evolução, a constância dessa evolução, resultante da permanência no tempo de combinações de fatores, entre eles cobertura vegetal suficientemente fechada para por um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos de morfogênese; dissecação moderada sem incisão violenta dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios, e vertentes de lenta evolução; ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspecto mais ou menos catastróficos.

Meios intergrades, são áreas transicionais entre meios estáveis e instáveis, esses meios caracterizam-se pela interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente em um mesmo espaço. Mas as modalidades de interferência morfogênese-pedogênese variam em função de dois critérios: um qualitativo e outro quantitativo, sendo que do ponto de vista qualitativo se faz necessário distinguir entre os processos morfogênicos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil e aqueles que agem em toda a espessura do solo ou em uma parte importante dessa espessura, perturbando em consequência a disposição dos horizontes. Do ponto de vista quantitativo apoiamo-nos no balanço pedogênese/morfogênese, desde que a instabilidade é fraca, a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de termos de transição para os meios estáveis (TRICART, 1977).

Meios fortemente instáveis, nesses meios o elemento predominante da dinâmica natural é a morfogênese, fator determinante do sistema natural, na qual os outros elementos naturais estão subordinados. Sendo que tal situação pode ter diferentes origens desde o vulcanismo onde os efeitos são mais imediatos, às deformações tectônicas e antrópicas (TRICART, 1977).

Em sua classificação, o solo aparece como o referencial de análise temporal da paisagem, considerando a relação de pedogênese e morfogênese para as condições de



estabilidade (CASSETI, 1991). Para Tricart (1977), a análise morfodinâmica da paisagem tem como base: o estudo do sistema morfogenético, que é função das condições climáticas; o estudo dos processos atuais, caracterizando os tipos, a densidade e a distribuição e nas influências antrópicas com os graus de degradação decorrentes das mesmas.

Sendo assim, para Tricart (1977) é imprescindível essa classificação, pois ela auxilia na maneira dinâmica de abarcar os problemas e por seguinte introduzir critérios de ordenação e gestão do território. Sendo que a decisão é do poder público que antes de decidir deve estar ciente das consequências de suas decisões.

Seguindo essa visão unidimensional naturalística de estudar e classificar a paisagem Rodriguez et al (2004) propuseram uma classificação da paisagem, onde para eles o conceito de paisagem assume diversas posições filosóficas e diferentes interpretações científicas, fato que corrobora com o que já havia sido exposto por outros autores. Entretanto, os mesmos ressaltam que para a geocologia, a noção de paisagem natural é o conceito básico, sendo concebida como uma realidade, cujos elementos estão dispostos de maneira tal que subsistem desde o todo e o todo desde os elementos, como se estivessem agrupados como conexões harmônicas de estrutura e função (RODRIGUEZ, et.al., 2004).

Essa visão da geocologia da paisagem reverte-se de significativa importância no âmbito de uma nova perspectiva, pois é enfocada a idéia de uma multidisciplinaridade, onde por meio desta é elaborado um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de investigação com o propósito de obter um conhecimento mais abrangente sobre o meio natural, com os quais se pode estabelecer um diagnóstico operacional, vale ressaltar que os referidos autores ao elaborarem essa obra se embasaram fundamentalmente nos estudos e trabalhos feitos anteriormente por Sotchava, tanto é que os mesmos ao estudarem a paisagem propõem assim como Sotchava, um método de estabelecer um diagnóstico da mesma com o fim de operacionalizá-lo, para obter a partir dessa operacionalização os resultados desejados ao agir sobre essa paisagem.

Sendo assim, pode-se constatar que a geocologia da paisagem lança-se como uma base para o planejamento ambiental do território, convertendo-se como um elemento tanto básico como complementar para a elaboração de programas de desenvolvimento econômico e social. Segundo Rodriguez et al. (2004, p. 13):

A concepção científica sobre a geocologia da paisagem, como base para o planejamento ecológico do território, será analisada como um sistema de métodos, procedimentos e técnicas de investigação, cujo propósito consiste na obtenção de um conhecimento sobre o meio natural, com os quais pode-se estabelecer um diagnóstico operacional.

Contudo, para alcançar esse objetivo é crucial que a geoecologia se aposses de aporte teórico e metodológico sistêmico, objetivando estabelecer um sistema único na caracterização da paisagem, no desenvolvimento de conceitos e procedimentos normativos e na aplicação de métodos adequados para a efetuação da análise integrada da paisagem.

Rodriguez et al. (2004) propuseram a criação de categorias dimensionais divididas em três categorias gerais:

1. A planetária que abrange a ecosfera que tem como base de representação cartográfica as escalas em torno de 1:50.000.000. Tal valor diminuto se deve ao fato dessa categoria ter a função de abranger fenômenos geográficos de grandes dimensões, de nível global.

2. Em seguida ocorre a categoria de nível regional que se subdivide em continental, país, domínio, província, distrito e região. Esta tem como base de representação cartográfica escalas de 1:50.000.000 à 1:500.000, sendo que tal variação se deve ao fato da subdivisão incisiva que abrange fenômenos de dimensão continental à regional.

3. Por último, aparece a categoria local que se subdivide em três unidades de regionalização sendo elas, localidade, comarca, e fâcies, sendo que as mesmas possuem como base cartográfica escalas que vão de 1:100.000 à 1:500.000.

Os índices diagnósticos da regionalização geoecológica das paisagens no Brasil elaborados por Rodriguez et al. (2004), constituem uma aplicação prática dessa taxonomia como pode ser visto no Quadro 1. Todo este esforço de classificação tem como objetivo auxiliar os estudos do planejamento ecológico.

Na proposta dos autores (op.cit.) as áreas de estudo que serão apresentadas no Quadro 1, estão classificadas de acordo com o território administrativo que a mesma abrange, quer nacional, regional, municipal e distrital.

Tal compartimentação em unidades administrativas é de fundamental importância, pois segundo Cavalcanti e Viadana (2007),

[...] para a obtenção de uma mudança no planejamento e desenvolvimento que contemplem estas ações, devem-se conhecer o valor das unidades paisagísticas, sendo necessários novos instrumentos que possibilitem a avaliação adequada dos recursos e serviços ambientais, que acarretarão a proteção dos processos ecológicos e a diversidade biológica, além da sustentabilidade ambiental de seus recursos.

Vale ressaltar que o principal objetivo ao elaborar essa taxonomia é a viabilização do planejamento territorial contextualizado com as características sócio-políticas e administrativas da área. Sendo assim, ao analisar a obra de Rodriguez et al. (2004), percebe-se que a mesma fundamenta-se nas propostas de Sotchava (1977 e 1978) e de Bertrand (1972).

Quadro 1 - Índices diagnósticos da regionalização geocológica das paisagens do Brasil.

<b>UNIDADE DE REGIONALIZAÇÃO</b>	<b>ÍNDICES DIAGNÓSTICOS</b>	<b>ESCALAS INDICADAS</b>	<b>EXEMPLO</b>
Subcontinente	1. Mesma situação e posição geográfica 2. R região tectônica similar 3. Predomínio de uma determinada combinação climática	>1:50.000.000	América do Sul
País	1. Combinação de domínios de associações mega-relevo 2. Comunidade de processos de formação do clima 3. Aspectos característicos de sazonalidade latitudinal e altitudinal	1:10.000.000 a 1:50.000.000	Planícies e planaltos da América do Sul
Domínio	1. Estrutura megatectônica e de mega-relevo característico 2. Predomínio de determinadas Condições térmicas 3. Domínio de uma determinada faixa Geocológica	1:2.000.000 a 1:10.000.000	Planalto brasileiro
Província	1. Processo específico de formação de umedecimento 2. Posição setorial definida 3. Combinação peculiar das zonas (subtipos) de paisagem	1:2.000.000 a 1:5.000.000	Planalto nordestino
Distrito	1. Determinadas relações pedobióticas 2. Processos geocológicos similares 3. Predomínio de um grupo de subgrupos de paisagens	1:1.000.000 a 1:2.000.000	• Planalto e Serra da Borborema • Chapada do Araripe • Depressão interplanaltica Sertaneja BLI
Região	1. Estrutura orográfica específica 2. Relações geocológicas específicas 3. Predomínio de uma espécie de Paisagem	1:500.000 a 1:1.000.000	• Serra grande/Ibiapaba • Chapada do Araripe • Planalto da Borborema • Depressão cearense • Depressão do São Francisco • Planície paraguaia

Fonte: (RODRIGUEZ, et.al., 2004).

Na proposta taxonômica de Rodrigues et al. (2004) constata-se a junção entre a ideia do estudo da paisagem através de uma taxonomia ou classificação, e a utilização de informações da paisagem de forma integrada com o propósito de utilizando-se do prognóstico, propor um plano de ação e de desenvolvimento da mesma.

### **2.3 O zoneamento ambiental como subsídio ao planejamento territorial**

A ideia de planejamento como é modernamente concebida surgiu quando Henri Saint-Simon inspirado em engenheiros da Escola Politécnica de Paris imaginou uma nova sociedade livre do Feudalismo agrário contemporâneo, imbuído dessa ideia Augusto Comte que havia sido secretário de Saint-Simon foi a diante e cunhou o modelo positivista onde através do planejamento ordenado se chegaria ao progresso, sendo que para ele o progresso era o resultado inevitável do planejamento ordenado (FAISSOL, 1988).

Para a otimização do planejamento territorial se faz necessário a compartimentação do espaço, para que haja uma maior versatilidade na aplicação e implementação das ações, à tal compartimentação damos o nome de zoneamento. Vale ressaltar que esse termo zoneamento tem sua prática originária no espaço urbano, onde esse espaço urbano era fragmentado, zoneado, com o fim de criar unidades territoriais sobre as quais incidem restrições de uso, pois o planejamento, essencialmente discriminador e anti-igualitário, precisa discriminar “zonas” para agir sobre as mesmas de acordo com as finalidades pretendidas para cada uma delas, levando em consideração as particularidades de cada uma (MONBEIG, 1943).

É bem verdade que a ação de zonear pode-se ampliar para além do espaço urbano e se posicionar como um forte instrumento para não apenas para o planejamento urbano como também para o planejamento ambiental. Tão verdadeira é esta afirmação que o zoneamento ambiental foi institucionalizado em nossa sociedade, na brasileira em especial a institucionalização se deu por meio da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 no artigo 21, alínea IX, 25, § 3º e 182, § 1º, também por meio da Lei federal 6938/81, artigo 9º, inciso II, e pelo Decreto 4297/2002, que a regulamenta. Neste Decreto, zoneamento é conceituado como (art. 2º, Decreto Federal n. 4.297/02 In: BRASIL, 2004, p. 727).

Instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

A Constituição brasileira preceitua que o zoneamento ambiental tem o fim de ser um instrumento de articulação entre os atributos e valores ambientais e os socioeconômicos, sendo que o objetivo final dessa articulação é mitigar as desigualdades e promover um desenvolvimento sustentável.

Pode-se então por certo afirmar que o zoneamento ambiental se constitui como um importante instrumento de ordenamento territorial, diante de tal relevância é de suma importância que o mesmo seja aplicado embasado em uma precisa e eficiente metodologia e é com o intuito de disciplinar a aplicação desse instrumento que temos as propostas metodológicas de Bertrand (1972); Tricart (1977); Ross (1992, 1994, 2000); Rodriguez et al (2004) entre outros.

Assim, aplicado sob uma metodologia sólida o zoneamento ambiental terá como resultado a delimitação de zonas ou compartimentos da paisagem que apresentam homogeneidades que a distingue das demais e assim por meio de suas características é possível para cada zona fazer um panorama de suas potencialidade e limitações.

Vale ainda ressaltar que apesar desse instrumento se apresentar como de grande valia os resultados dos estudos de zoneamento da paisagem só tem eficácia por meio de sua aplicação, pois o zoneamento ambiental tem duas fases a primeira é estritamente técnica científica, onde são levantados os atributos da paisagem e através da análise dos mesmo é feita a delimitação das áreas ou compartimentos da paisagem que apresentam homogeneidade. Contudo, para que esses estudos tragam os resultados sociais preconizados na Constituição Federal se faz necessário à operacionalização da segunda fase que é a aplicação dos resultados produzidos pelo gestor, o agente político, sem que essa segunda fase seja operacionalizada todo o esforço realizado para a concretização da primeira se concretizará em um dispêndio sem grande relevância social.

Desta forma é imprescindível um maior engajamento dos gestores, com o propósito de balizar suas ações embasado em um planejamento preciso e consistente que esteja subsidiado por um arcabouço teórico-científico. Vislumbrando por meio disso alcançar a mitigação das desigualdades e o desenvolvimento sustentável algo que foi por força política preceituado na Constituição da República Federativa do Brasil.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho terá como método geral predominantemente o método hipotético-dedutivo que é um método que faz uso de conjecturas onde se deve partir de um problema e que para o mesmo se dá uma solução provisória, passando a posteriormente criticar essa solução com o objetivo de eliminar os erros. Dessa forma toda a investigação nasce de um problema que por meio de hipóteses deve ser solucionado.

O trabalho se fundamentará na teoria dos sistemas, mais especificamente, na taxonomização da paisagem proposta por Bertrand (1972), sendo que os fundamentos teóricos propostos pelo mesmo para se segmentar a paisagem serão os norteadores do processo de classificação da paisagem que compõem o município de Milton Brandão-PI.

Já na análise da vulnerabilidade da paisagem será aplicada metodologia de Crepani (1996; 2001) com as devidas adaptações para que a mesma se adéque a área de estudo.

#### 3.1 Procedimentos metodológicos

Objetivando operacionalizar o método escolhido para se realizar esta pesquisa alguns procedimentos foram seguidos a saber:

- **Caracterização geológica:**

Para proceder a caracterização geológica foram utilizados os dados da companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004) onde estes dados foram trabalhados no software ArcGis 10.1, onde foram recortado os dados referentes a área de estudo e confeccionado o esboço geológico.

- **Caracterização geomorfológica:**

A etapa inicial do mapeamento consistiu na aquisição das imagens SRTM, estas, por sua vez, foram obtidas no site do Banco de dados geomorfológicos do Brasil-Topodata/INPE: (<http://www.dsr.inpe.br/topodata>), as quais estão disponíveis gratuitamente para download. Foram obtidos os dados refinados da resolução espacial original (~90m) no formato GRID para (~30)m.

Após adquiridas as imagens, estas foram extraídas no software Arc Gis 10.1 onde foi estabelecida uma nova projeção utilizando a base de dados do sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) fuso 24 S e Datum WGS 84. Para elaboração do MDE, no caso do município de Milton Brandão-PI, foram utilizadas as imagens da carta TOPODATA de índice 04S42\_ZN.

Em seguida, para melhor entendimento o MDE foi reclassificado gerando nove classes de altimetria, estas por sua vez, variando de 188 a 648 metros. Esta reclassificação ajudou na

separação das áreas mais elevadas das áreas mais rebaixadas existentes no município, dessa forma, a partir do MDE foi possível gerar os mapas temáticos de declividade e concavidade, que também serviram como instrumento de análise das feições do relevo presentes no município.

O mapa de declividade tem o objetivo de demonstrar as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal. Serve como fonte de informações para as formas do relevo, aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana, entre outros (RAMALHO FILHO; BEEK 1995).

Para a geração desse mapa temático, utilizou-se a ferramenta *ArcToolbox>Spatial Analyst tools>Surface>Slope* do software. O mapa foi gerado em porcentagem (PERCENT) estabelecendo cinco classes, estas variando de plano a fortemente ondulado seguindo a classificação de Ramalho Filho e Beek (1995), porém adaptada de acordo com os declives apresentados na área de estudo.

Em seguida foi gerado o mapa de curvatura do terreno, servindo como base para identificação das áreas de concavidade e convexidade do terreno. Para geração do mapa foi utilizado o mesmo software, porém com o emprego da ferramenta *ArcToolbox>Spatial Analyst tools >surface>curvature*.

Depois de gerado os mapas temáticos, realizou-se a junção dos mapas de altimetria, declividade e curvatura através da técnica da composição colorida também conhecida de composição falsa cor, a qual associou as três imagens derivadas com as três cores primárias: Vermelha, Verde e Azul (RGB). Assim, com base na interpretação visual das três composições e nos conhecimentos acerca da área de estudo, foi selecionada a composição que melhor representou as características morfológicas do município de Milton Brandão-PI para ser utilizada na classificação das feições geomorfológicas sendo que a variável altimetria foi associada à cor azul, a declividade à cor vermelha e a curvatura à cor verde.

Para fazer essa composição utilizou-se a ferramenta *Composit Bands*, também encontrada na ferramenta *ArcToolbox*. Ao adicionar os mapas produzidos nessa ferramenta, essa composição gerou um mapa que facilitou a vetorização das unidades geomorfológicas do município.

Para a identificação e descrição das feições geomorfológicas encontradas, utilizou-se como referência o Manual técnico de Geomorfologia elaborado pelo IBGE (2009) Florenzano (2008) e o Dicionário Geológico-Geomorfológico de Guerra e Guerra (1993).

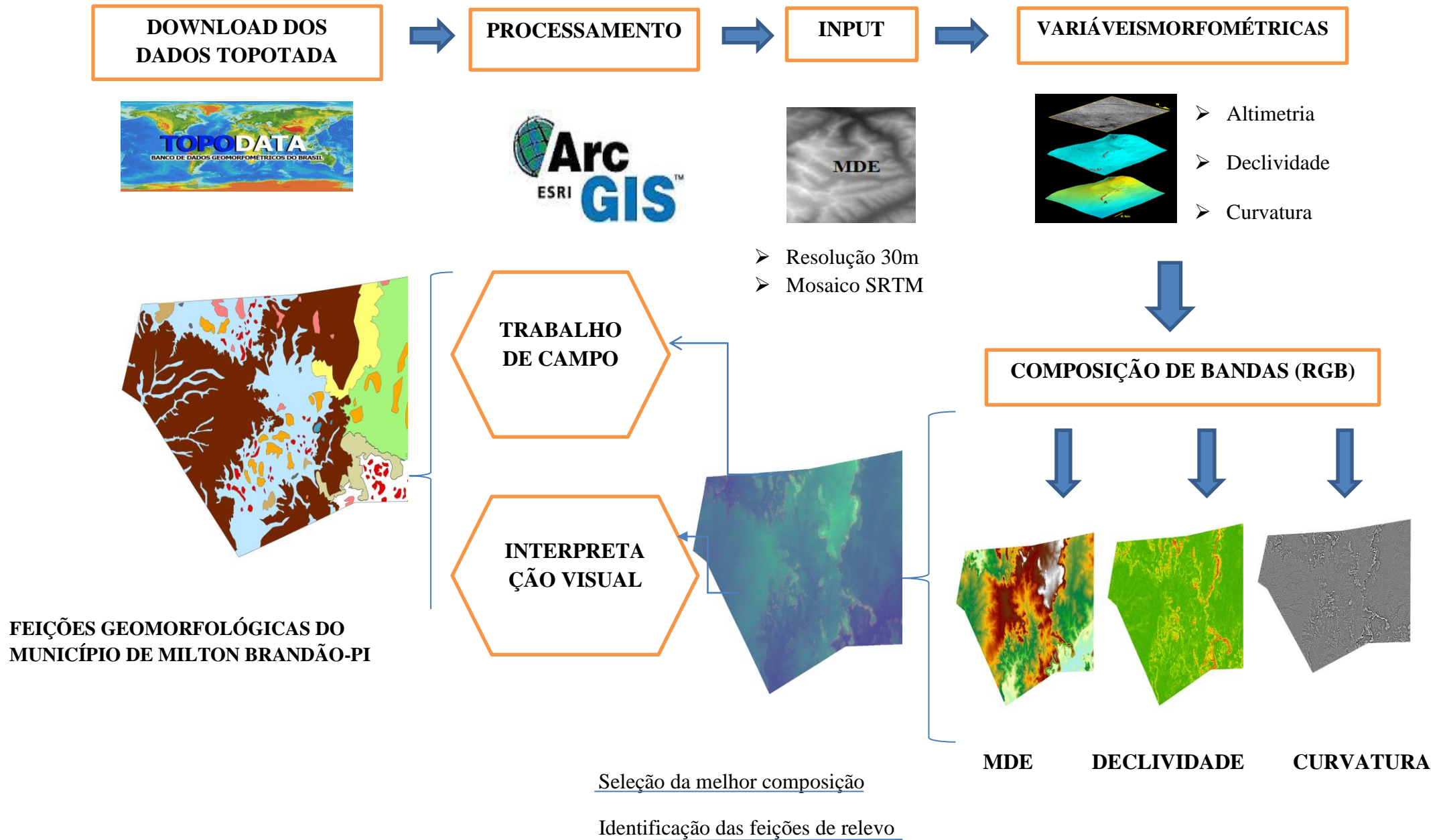
A elaboração do mapa das feições do relevo do município foi realizada a partir do processamento e da análise dos dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Onde

foram levados em consideração três parâmetros, morfométricos a saber: Altimetria, declividade e curvatura. Vale destacar também ter sido utilizados outros parâmetros a exemplo do relevo sombreado (*Shaded Relief*).

O processo de compartimentação das unidades de relevo foi realizado por meio da digitalização manual das feições identificada nas compartimentações coloridas pela técnica de interpretação visual e pelos conhecimentos sobre a área de estudo, aliada a inspeções em campo. A figura 3 apresenta Fluxograma metodológico da compartimentação das feições geomorfológicas da área de estudo.



**Figura 3:** Fluxograma metodológico da compartimentação das feições geomorfológicas do município de Milton Brandão-PI.



Ainda no âmbito da caracterização geomorfológica foi realizada a definição dos níveis de dissecação do relevo, tal atributo é de grande valia na definição dos níveis de vulnerabilidade da paisagem. Sendo assim, a definição dos níveis de dissecação do relevo foi realizada por meio da aplicação da metodologia utilizada por Souza e Sampaio (2010) na aplicação do índice de concentração da rugosidade à identificação de classes de dissecação do relevo.

Tal metodologia consiste em analisar a distribuição espacial da declividade, utilizando-se os valores indiretos da rugosidade, a partir da análise da repetição dos valores de declividade por unidade de área. Para realizar essa análise espacial, é utilizado o estimador de densidade de Kernel, que é uma ferramenta geoestatística que permite a análise da dispersão ou concentração de um fenômeno espacial.

- **Índice de Concentração da Rugosidade (ICR)**

A área escolhida para aplicação do Índice de Concentração da Rugosidade (ICR) foi todo o município de Milton Brandão-PI, possibilitando assim a comparação entre os resultados obtidos e o mapeamento geomorfológico realizado para o município. Os dados planialtimétricos utilizados são do projeto SRTM, e foram obtidos com resolução espacial de 90m, pois de acordo com Sampaio (2008) a utilização de pixels com maior resolução espacial para o arquivo de entrada não resultariam em um detalhamento mais significativo do ICR, porém representaria um aumento no tempo de processamento dos arquivos gerados.

O processo de geração do ICR se deu pela aplicação do estimador de Kernel, sobre os valores de declividade expressos em porcentagem e disponibilizados em formato de arquivo de pontos (SAMPAIO, 2009), por isso é necessário a transformação da matriz de declividade em um arquivo de pontos, em um shape de pontos, onde cada ponto detém o valor da respectiva matriz de declividade

Na aplicação do Kernel defini-se o raio de abrangência (largura da banda), para área sobre a qual o estimador geoestatístico deve proceder a contagem de pontos. Sendo que a última etapa necessária para obtenção do Índice de Concentração da Rugosidade, de acordo com Sampaio (2009), corresponde ao fatiamento da matriz resultante da aplicação do Kernel que neste trabalho tal etapa consiste em estabelecer o número de classes assim como os seus respectivos intervalos, a fim de encontrar valores numéricos que aproximem visualmente o mapa final com o mapeamento geomorfológico e o mapa de declividade do município de Milton Brandão-PI.

Após a análise e comparação dos dados foram estabelecidos os seguintes níveis de dissecação do relevo: baixa, média, alta muito alta, sendo que elas foram definidas a partir dos valores numéricos de concentração de rugosidade sendo que tais valores podem ser melhor visualizados na Tabela 1. Posteriormente a definição das classes de dissecação do relevo foi confeccionado no software ArcGis 10.1 o mapa final de dissecação do relevo.

**Tabela 2:** Níveis de dissecação do relevo e classes de concentração de rugosidade

Níveis de dissecação do relevo	Valores de ICR
Baixo	0 – 2000
Médio	2000 – 4000
Alto	4000 – 8000
Muito Alto	> 8000

- **Caracterização climática:**

Para se proceder a caracterização climática da área se fez uso do balanço hídrico climatológico, proposto por Thornthwaite & Mather (1955), para tanto foram seguidos alguns passos, sendo que a princípio foi-se em busca da identificação dos dados dos postos pluviométricos na área de estudo, sendo que a base que se tem disponível para a área é a da SUDENE (1990). Desta base, foram utilizados os dados de 14 postos pluviométricos, localizados no interior da área de estudo e em sua circunvizinhança.

Realizou-se ainda a correção de falhas dos dados pluviométricos da SUDENE (1990) do período de 1965 a 1985, nos postos em que haviam falhas, as mesmas foram corrigidas adotando o método de ponderação regional de correção de falhas de TUCCI (2001), uma metodologia simplificada normalmente utilizada para o preenchimento de séries mensais ou anuais de precipitações, visando à homogeneização do período de informações e à análise estatística das precipitações.

Ressalta-se que nos dados extraídos dos postos pluviométricos foram utilizados os dados de 1964 a 1985, perfazendo assim um lapso temporal de apenas 21 anos, sendo que o recomendável para a determinação climática é de no mínimo 30 anos. Contudo tal fato é resultado da carência de dados verificada no Estado do Piauí. Sendo que o mesmo possui 224 municípios e apenas 171 estações pluviométricas, onde muitas delas se encontram fora de uso. para tanto foram utilizados os dados de 14 postos pluviométricos, sendo que os mesmos se

localizavam na área de estudo e em sua circunvizinhança, tendo como base destes dados a SUDENE (1990) órgão que era responsável pela manutenção dos postos.

Estes dados pluviométricos foram inseridos no software *CRIATEMP*, (Oliveira e Sales, s/d. comunicação pessoal), em seguida manipulados. A partir da manipulação é que foram gerados os dados do balanço hídrico climatológico. Vale ressaltar que os dados do balanço hídrico climatológico consistem em onze variáveis, sendo elas: pluviometria, temperatura, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, número de meses secos, índice de umidade, índice de aridez, índice de umidade, deficiência hídrica, excedente hídrico. Estes foram posteriormente transferidos para uma tabela no programa Excel e em seguida a mesma foi exportada para o software Surfer 8 que gerou os diferentes mapas referentes aos termos do balanço hídrico climatológico para a área de estudo.

Posteriormente estes mapas foram exportados para o software Global Mapper1, onde os mesmos foram georrefenciados e na sequência foram transferidos para o software *Cartalinx* onde lá cada mapa foi sobreposto sobre o mapa com os limites territoriais do município de Milton Brandão e a partir daí foi feita a demarcação dos polígonos para cada variável, posteriormente o arquivo com os polígonos demarcados foram transferidos para o software *Idrisi 32.2* onde lá foram gerados os mapas finais no formato raster.

O uso do balanço hídrico climatológico para a caracterização climática e os parâmetros gerados pelo mesmo, nos permite segundo Aquino (2013), o conhecimento da disponibilidade da água no solo bem como, constituem-se na atualidade instrumentos valiosos para o planejamento agrícola e ambiental.

- **Caracterização hidrográfica:**

Na caracterização hidrográfica foi feito um recorte dos dados da área de estudo, sendo que estes dados foram manipulados no software *ArcGis*, gerando assim o esboço da rede de drenagem do município de Milton Brandão-PI, sendo que os dados dessa caracterização foram extraídos das cartas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), onde foram utilizadas as folhas (SB 24-V-A-V- Macambira) e (SB 24-V-A-IV-Conceição), digitalizadas e disponibilizadas pela DSG em maio de 2005.

- **Caracterização pedológica**

A caracterização pedológica foi realizada com base no mapa exploratório de reconhecimento dos solos do estado do Piauí, feito pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA, 1983) onde os dados da área de estudo foram recortados e manipulados no software ArcGis, gerando assim o esboço pedológico.

- **Caracterização da vegetação e do uso e cobertura das terras:**

A caracterização da vegetação e do uso e cobertura das terras foi realizada com base no mapeamento de uso e cobertura das terras na área de estudo e nos dados que constam no RADAM Brasil (1973). Para o mapeamento de uso e cobertura das terras utilizou-se o processamento digital de imagens. Foram utilizadas as imagens do sensor OLI geradas pelo satélite Landsat 8 com resolução espacial de 30 metros das órbitas e pontos 218/63 e 219/63. Essas imagens foram obtidas gratuitamente no site Glovis (<http://glovis.usgs.gov>). Em seguida foi feita uma composição de bandas. Como fator decisivo na escolha das imagens, deu-se preferência a imagens com baixa cobertura de nuvens, dessa forma as imagens encontradas levando em consideração esse critério foram escolhidas as imagens provenientes do satélite Landsat 8 imageadas em 12 de Agosto de 2014 sendo estas reprojetaadas para a projeção UTM Zona 23-S e Datum WGS 1984. O processamento das imagens ocorreu no software SPRING 5.2.6 por meio de técnicas de sensoriamento remoto para a análise do comportamento espectral dos alvos e confecção do mapa de uso e cobertura das terras do município de Milton Brandão-PI

Para o processamento digital das imagens no software SPRING 5.2.6 foram realizadas as seguintes etapas: Recorte dos planos de informação: recortou-se por meio de máscara (shapefile de perímetro) as bandas 4,5 e 6 referentes ao sensor OLI; Geração da composição colorida: optou-se pela composição colorida em falsa-cor das bandas (4B5G6R) do sensor OLI, composição esta sugerida por USGS (2014), para análise da cobertura e padrões da vegetação; Operação de contraste: com o objetivo de melhorar a qualidade visual da imagem foi realizado um contraste linear. A partir desta composição foi criada uma imagem sintética que possibilitou a identificação e classificação das formas de uso e cobertura das terras. Classificação supervisionada: Para a classificação utilizou-se do algoritmo da máxima verossimilhança que realiza uma classificação supervisionada por pixel. Foi delimitado 8 classes de uso e cobertura da terra para a confecção do mapeamento cartográfico final.

- **Caracterização socioeconômica**

Para a caracterização socioeconômica do município de Milton Brandão-PI foram utilizados os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em especial do censo de 2010, também se fez uso dos dados do Programa das Nações Unidas para o

Desenvolvimento (PNUD), do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e da Fundação João Pinheiro (FJP), sendo que estes dados foram apresentados em gráficos, tabelas e figuras.

Os principais dados utilizados para a caracterização socioeconômica foram densidade demográfica, pirâmide etária, índice de desenvolvimento humano, composição e distribuição da população em áreas rurais e urbanas, composição do Produto Interno Bruto (PIB) e População Economicamente Ativa (PEA).

- **Identificação das unidades de paisagem**

Para a identificação das unidades de paisagem, se fez necessário a caracterização dos atributos físicos e ambientais que compõem o município de Milton Brandão-PI. Dessa forma foi realizada análise das diferentes características dos atributos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hidrográficos, pedológicos, vegetacionais e ainda das diferentes formas de uso e cobertura das terras na área de estudo.

Após a caracterização de todos os atributos aqui elencados foi realizada a identificação e mapeamento das unidades paisagísticas, sendo que as feições geomorfológicas tiveram uma contribuição determinante na delimitação das unidades paisagísticas. O mapa temático com as unidades paisagísticas foi elaborado no software *ArcGis* 10. Posteriormente foi feito um quadro descritivo das unidades de paisagem, com a extensão territorial, a declividade, altimetria, dissecação do relevo, solos e uso e cobertura das terras de cada unidade, apresentando a composição em porcentagem de cada atributo nas oito unidades de paisagem.

- **Definição da vulnerabilidade ambiental**

Para a definição da vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem se fez uso da metodologia proposta por Crepani (2001), tendo sido a mesma devidamente adaptada para a realidade em questão. A técnica utilizada para alcançar esse fim foi a álgebra de mapas, que pode ser definida como um conjunto de técnicas para análise da informação geográfica.

Esse conjunto inclui a reclassificação, a intersecção (overlay), bem como operações matemáticas entre mapas e as consultas a bancos de dados (Câmara e Daves, 2001). O Uso da álgebra de mapas é aplicado no cruzamento de atributos bióticos e abióticos para o estudo de vulnerabilidade, não havendo para tanto uma única metodologia ou modelo pronto (Carrijo,2005). Sendo que no estudo em questão foi feito o cruzamento dos dados de litológicos/geologia, declividade da área, dissecação do relevo, tipologias de solos e ainda o uso e cobertura das terras.

Todos esses dados foram manipulados no software Arcgis 10.1, onde foi feita a álgebra de mapas. Estes dados cartográficos foram somados e divididos pelo número de classes pretendidas no caso em questão cinco. Cada classe representa na pesquisa um nível de vulnerabilidade a saber: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

Vale ressaltar que a pontuação dada para cada atributo levou em consideração a pontuação proposta por Crepani (1999), exceto a dissecação do relevo que foi obtida por metodologia diferente da utilizada por Crepani (1999).

Para a definição da vulnerabilidade morfoopedológica da paisagem no município de Milton Brandão-PI, se fez uso da metodologia proposta por Crepani (2001), tendo sido a mesma devidamente adaptada para a realidade em questão. A técnica utilizada para alcançar esse fim foi a álgebra de mapas, que pode ser definida como um conjunto de técnicas para análise da informação geográfica.

Vale ressaltar que a pontuação dada para cada atributo levou em consideração a pontuação proposta por Crepani (2001), exceto a dissecação do relevo que foi obtida por metodologia diferente da utilizada por Crepani (2001). Sendo que a seguir as tabelas 2, 3 e 4 trás a pontuação dada para geologia, declividade, dissecação e tipologias de solos e uso e cobertura utilizado na determinação da vulnerabilidade ambiental da área.

**Tabela 2:** Valores de vulnerabilidade para o atributo geologia

Formações Geológicas	Valores de Vulnerabilidade
Formação Cabeças	1,0
Formação Serra Grande	2,0
Formação Pimenteiras	3,0

**Fonte:** Crepani (2001) adaptado por Soares e Aquino (2016).

**Tabela 3:** Classes de declividade com os respectivos valores na escala de vulnerabilidade

CLASSES MORFOMÉTRICAS	DECLIVIDADE (%)	VALORES DE VULNERABILIDADE
Muito Baixa	< 2	1,0
Baixa	2 – 6	1,5
Média	6 – 20	2,0
Alta	20 - 50	2,5
Muito Alta	> 50	3,0

**Fonte:** Crepani (2001).

**Tabela 4:** Classes de dissecação com os respectivos valores na escala de vulnerabilidade

Níveis de dissecação do relevo	Valores de ICR	Valores de vulnerabilidade
Baixo	0 – 2000	1,0
Médio	2000 – 4000	2,0
Alto	4000 – 8000	2,5
Muito Alto	> 8000	3,0

**Fonte:** Souza e Sampaio (2010) adaptado por Soares e Aquino (2016).

**Tabela 5:** Classes de solos com os respectivos valores na escala de vulnerabilidade

Classes de Solos	Valor de vulnerabilidade
Latossolos Amarelo	1,0
Argissolos	2,0
Neossolos Quartzarênicos	3,0
Neossolos Litólicos	3,0
Plintossolos	3,0

**Fonte:** Crepani (2001).

**Tabela 6:** Classes de uso e cobertura da terra com os respectivos valores na escala de vulnerabilidade

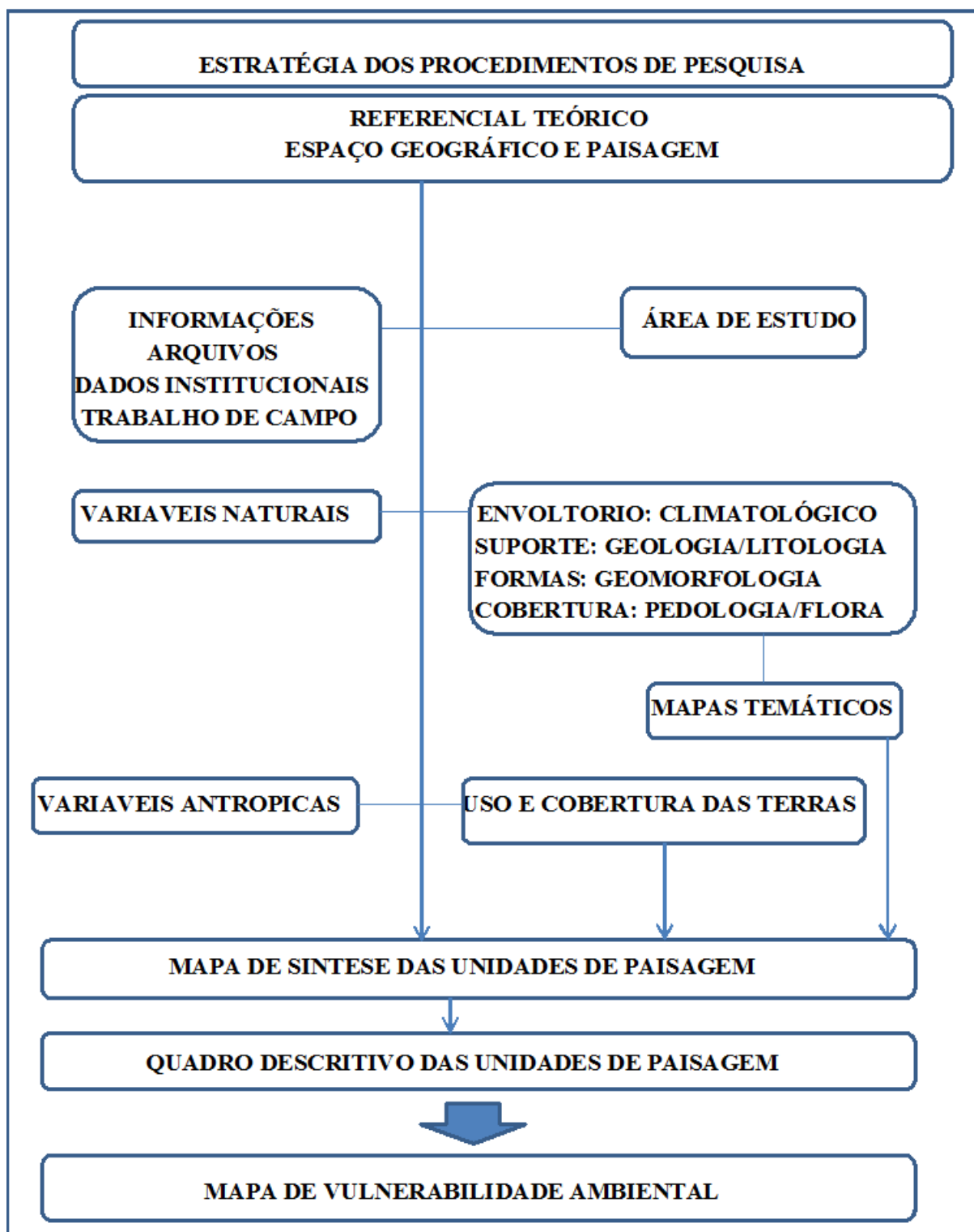
Classes de Uso e Cobertura da terra	Valores de vulnerabilidade
Solo exposto	3,0
Atividade Agropastoril	2,9
Caatinga Aberta	2,5
Carrasco	2,3
Cerrado Aberto	2,0
Cerrado Denso	1,7

**Fonte:** Crepani (2001).



Para melhor compreensão do que foi executado a Figura 4 traz um esquema geral dos procedimentos metodológicos adotados e que foram empregados ao longo deste trabalho. Vale destacar que as inspeções de campo foram realizadas no mês de fevereiro de 2015 e em fevereiro de 2016 em diferentes pontos do município com a finalidade de realizar a checagem dos dados obtidos no levantamento bibliográfico e cartográfico.

**Figura 4:** Esquema geral dos procedimentos metodológicos



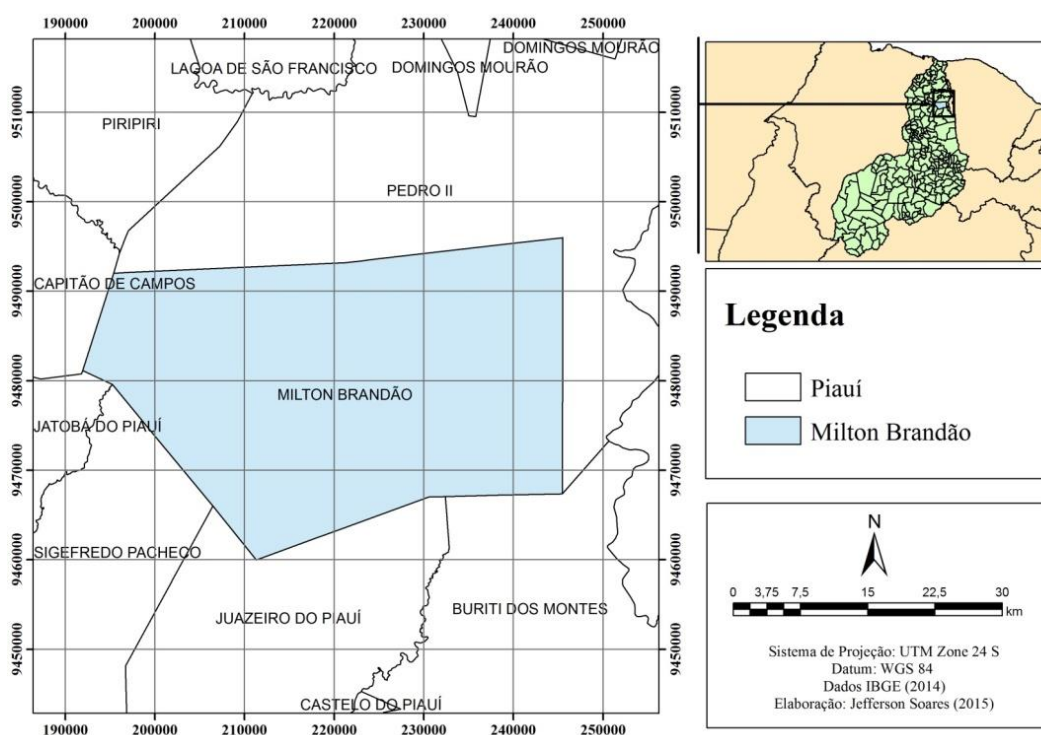
**Fonte:** Monteiro (2000); Dias e Santos (2007) adaptado por Soares e Aquino (2015).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E SÓCIOECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE MILTON BRANDÃO-PI

A área de estudo da presente pesquisa foi o município de Milton Brandão- PI, e os atributos que constituem a paisagem desse recorte espacial, sabendo que a paisagem não é constituída apenas de atributos físicos, naturais, mas é também um emaranhado constituído de relações socioeconômicas e culturais.

Dessa forma impulsionado pela ação humana de apropriação e segmentação do espaço, foi que Milton Brandão-PI se constituiu como uma unidade federativa, que foi emancipada em 1º de janeiro de 1997, por meio do processo de desmembramento do município de Pedro II. Tal ente federativo está localizado na microrregião de Campo Maior e compreende uma área de 1.371,743 km<sup>2</sup>, fazendo fronteira com os municípios de Pedro II ao norte; com Buriti dos Montes e Juazeiro do Piauí ao sul; a oeste com Jabotá do Piauí, Sigefredo Pacheco e Juazeiro do Piauí e a leste com Pedro II, sendo que a sede do município tem as coordenadas geográficas de 04° 41'04" de latitude sul e 41° 25'20" de longitude oeste e está a 227 km da capital Teresina.



**Figura 5:** Mapa de localização do Município de Milton Brandão-PI

#### **4.1.1 Caracterização Geoambiental**

De acordo com Corrêa e Rosendahl (2004) no processo de seleção das características genéricas da paisagem o geógrafo é guiado pelo seu próprio julgamento a cerca do que são as características que compõem a paisagem, nesse trabalho o geógrafo esta continuamente exercendo sua liberdade de escolha no que diz respeito aos materiais que ele inclui nas suas observações, mas ele está também continuamente tirando conclusões, assim, como estabelecendo suas relações. Vale ressaltar que a descrição não é de uma cena individual, mas um somatório de características gerais, onde os aspectos selecionados são baseados no conhecimento da situação real, sendo que existe uma tentativa de se fazer uma síntese dos elementos da forma (CORRÊA; ROSENDAHL, 2004).

É por conta disto que a caracterização dos atributos geoambientais que compõem a paisagem é de crucial importância na compreensão da mesma, pois o conhecimento da situação real da paisagem só é possível, quando se tem o conhecimento dos elementos que a constituem.

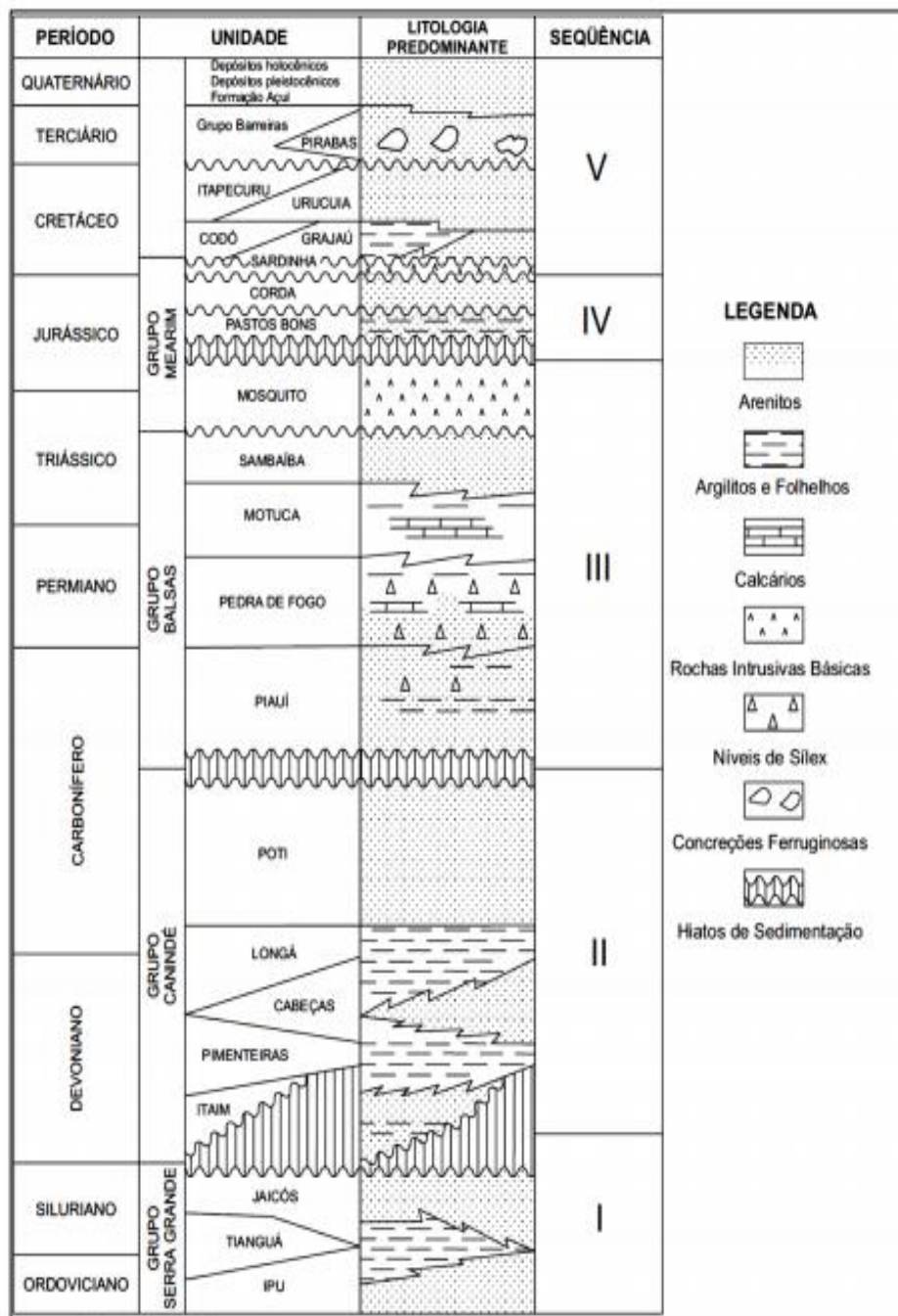
#### **4.1.2. Aspectos geológicos**

As unidades geológicas identificadas no município de Milton Brandão-PI apresentam diferentes litologias que podem ser distinguidas em: rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba e as coberturas colúvio-eluviais. As formações geológicas que se fazem presentes no município são: a Formação Serra Grande, a Formação Cabeças e a Formação Pimenteiras.

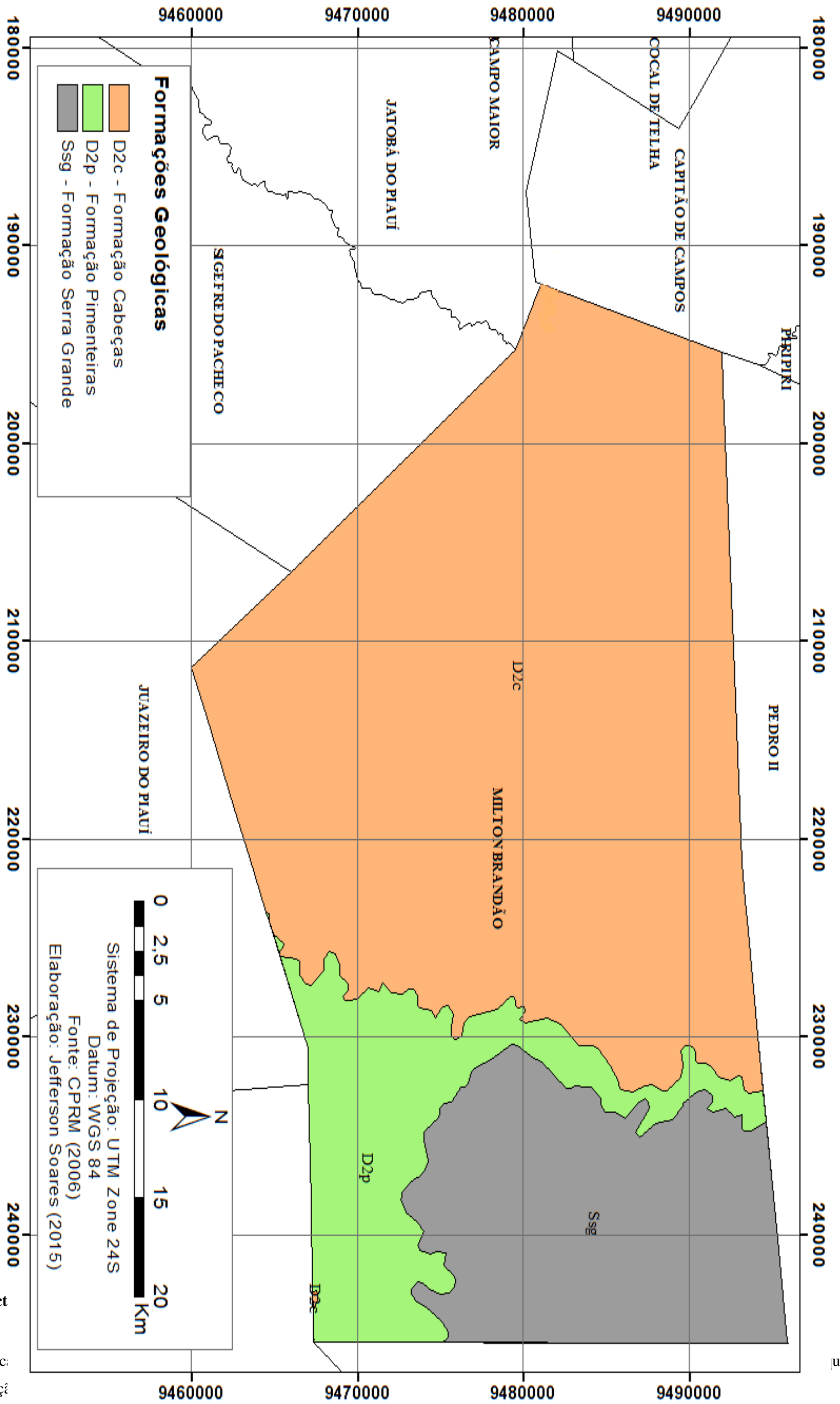
A Formação Pimenteiras, do período Devoniano Inferior, tem em sua composição arenito, siltito e folhelho. Na parte basal do pacote sedimentar da Formação Pimenteira repousam os sedimentos do Grupo Serra Grande, datado do período Siluro-Devoniano, composto de conglomerado, arenito e intercalações de siltito e folhelhos (CPRM, 2004).

A distribuição espacial destas formações sobre o município, pode ser melhor compreendida através da carta estratigráfica da bacia do Parnaíba, elaborada por Vaz et al (2007) e do esboço geológico elaborado com base nos dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), apresentados respectivamente nas Figuras 6 e 7.

**Figura 6:** Coluna estratigráfica da Bacia sedimentar do Parnaíba



Fonte: Silva et al (2003).



4.1.3 Aspect

Tal c:  
uma derivaçã

ue é

Já o mapa de declividade foi dividido em seis classes que variaram de plano a montanhoso. As áreas de relevo plano compreendem aquelas que apresentam declividade de 0-3 %, nas áreas montanhosas as declividades variaram de 45-99%. Vale destacar que grande parte das áreas classificadas como montanhosas se encontram nas bordas dos planaltos.

Em relação ao mapa de curvatura o mesmo foi segmentado em três classes, áreas côncavas, convexas e planas. Todas estas informações podem ser melhor compreendidas por meio das Figuras 8, 9 e 10 que apresentarão o mapa de altimetria, declividade e curvatura respectivamente, além da Figura 11 que apresenta um mapa com a composição, resultado da combinação dos anteriores.

Em relação às feições geomorfológicas existentes no município de Milton Brandão-PI, a identificação das mesmas se deu por meio do cruzamento dos mapas de altimetria, declividade e curvatura, o que resultou em uma composição, onde através da mesma foi possível delimitar e identificar cinco feições geomorfológicas apresentadas na Figura 12.

Figura 8: Mapa de altimetria do município de Milton Brandão-PI.

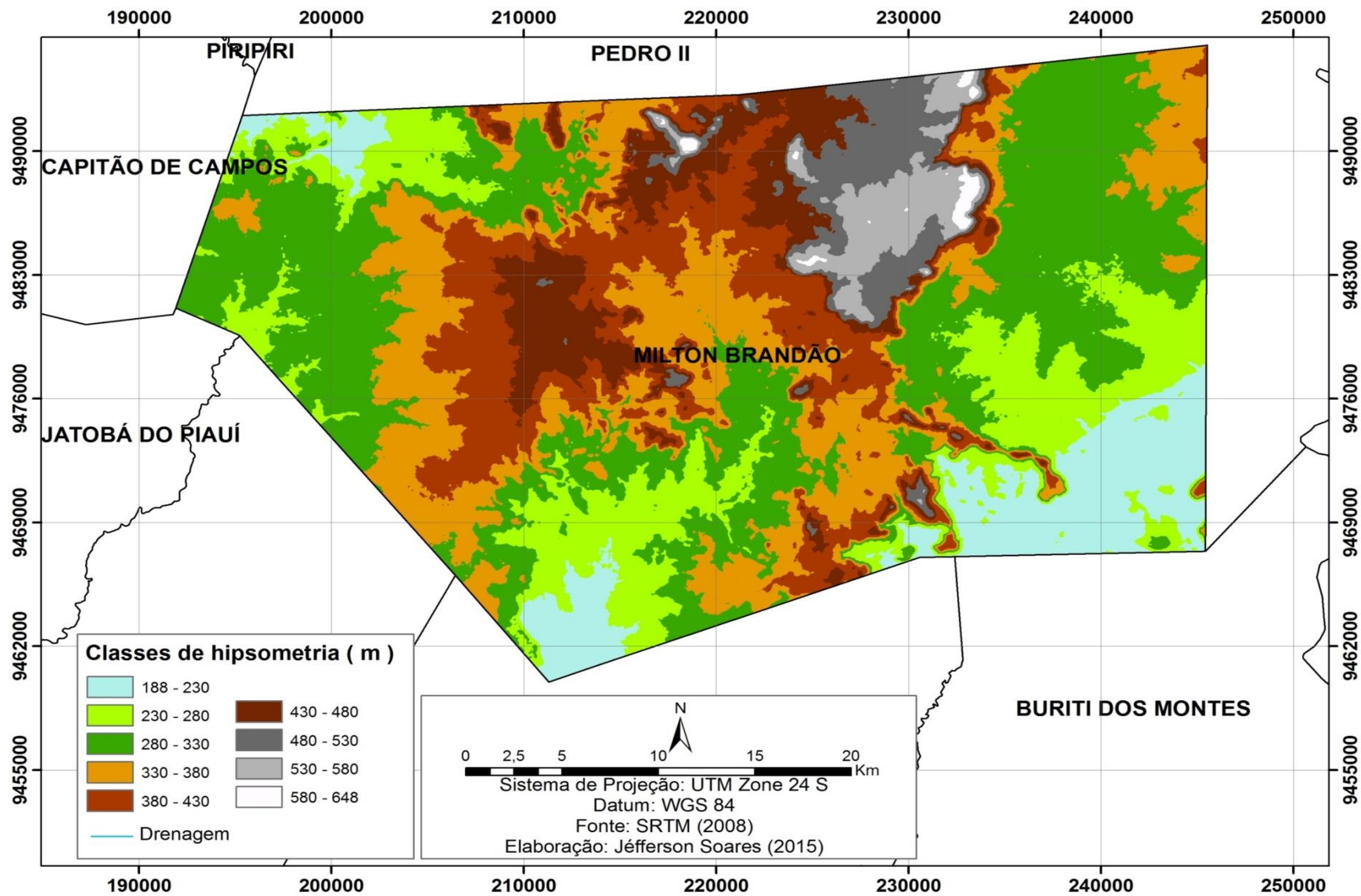




Figura 9: Mapa de declividade do município de Milton Brandão-PI.

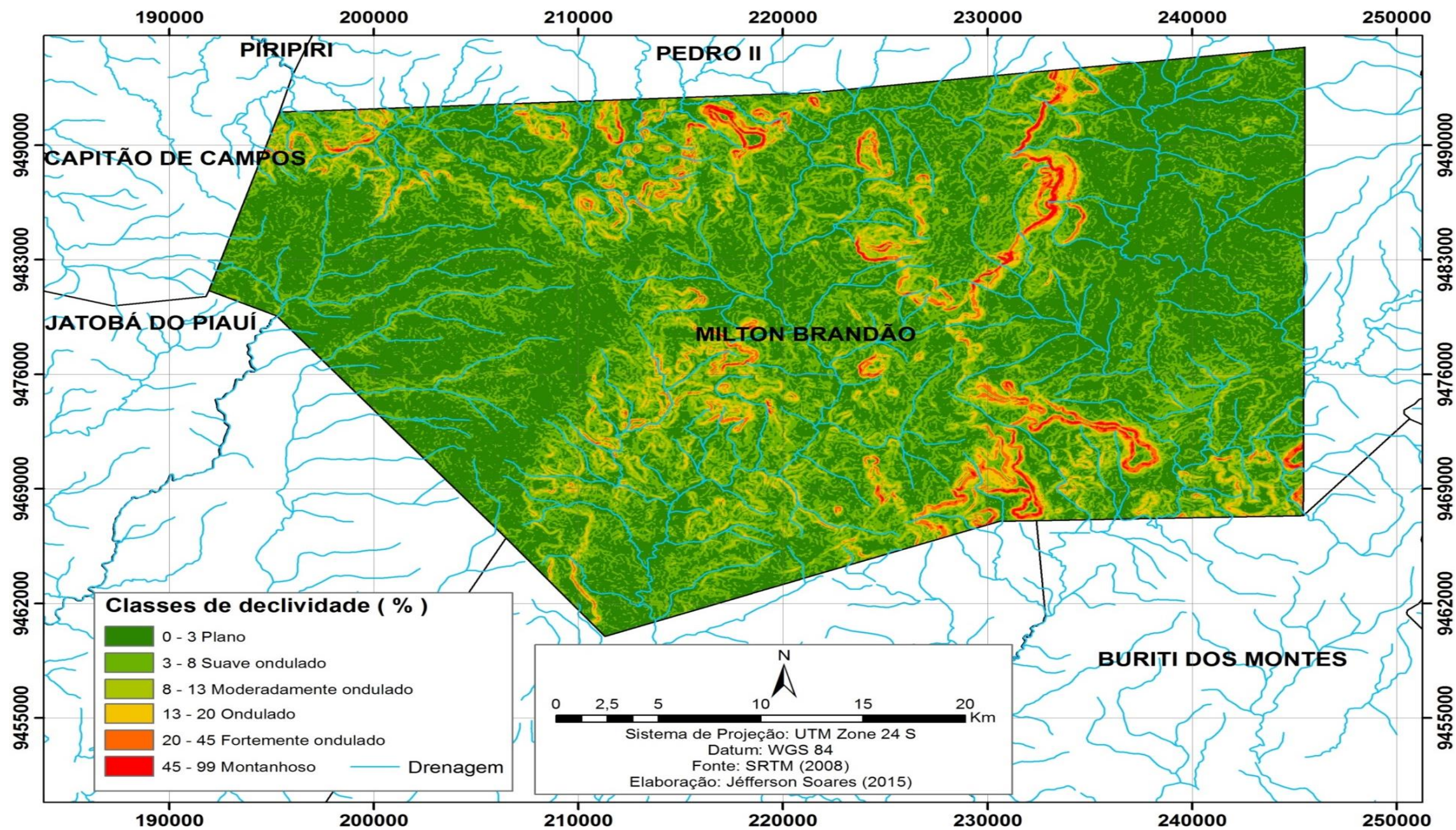


Figura 10: Mapa de curvatura do município de Milton Brandão-PI.

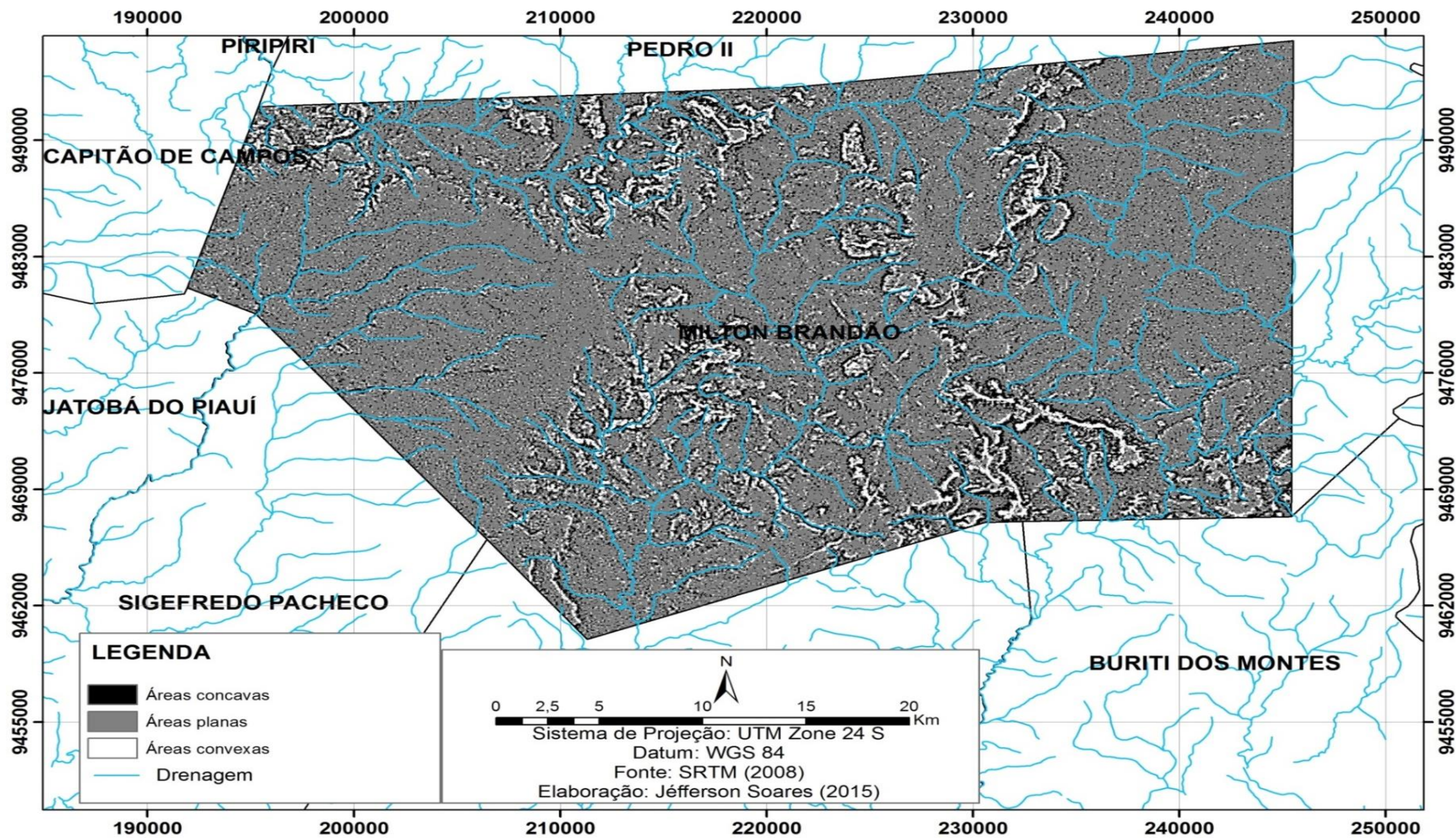
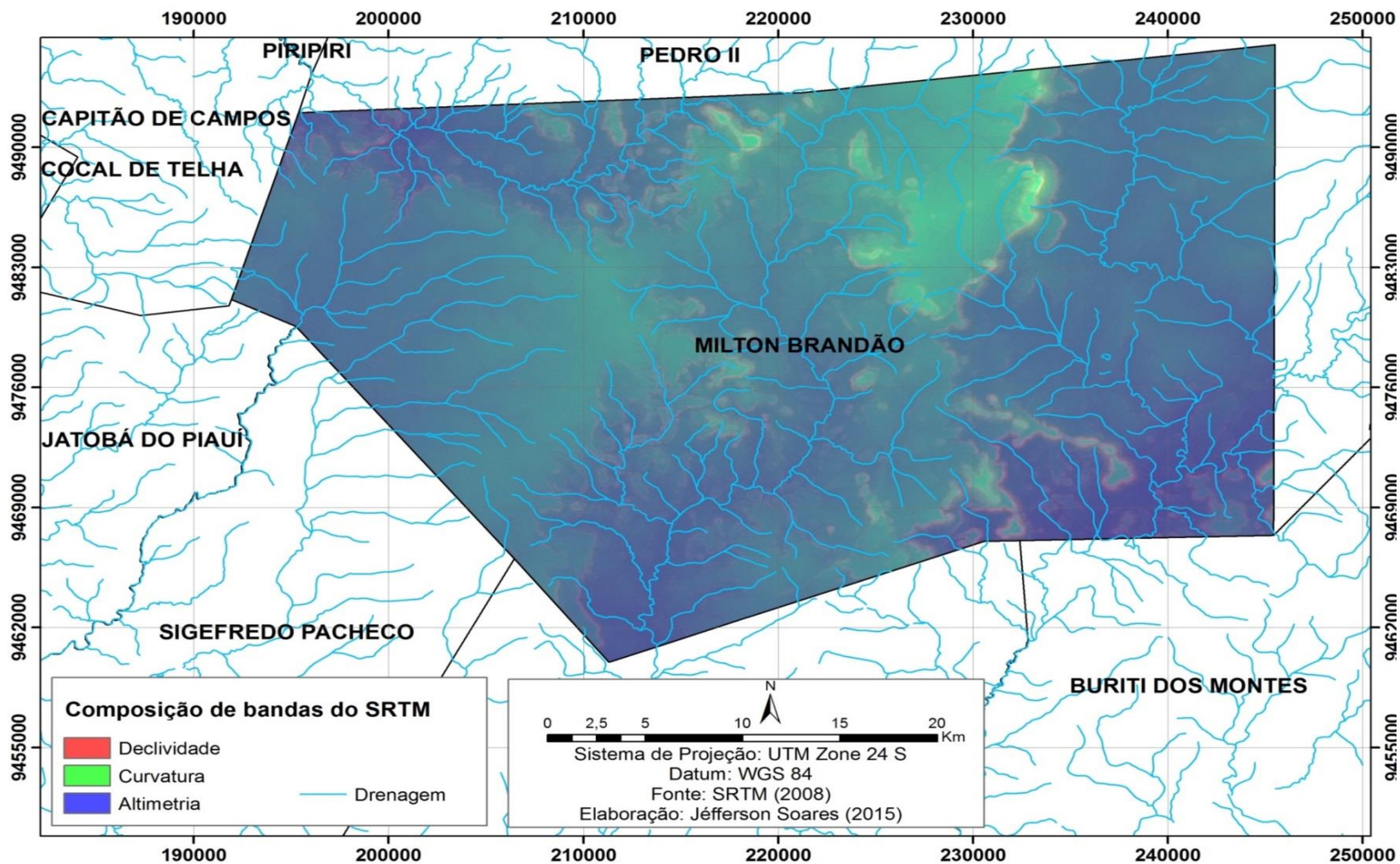


Figura 11: Mapa de composição de bandas do SRTM no município de Milton Brandão-PI.



Por meio da composição apresentada na Figura 11 e com base no manual técnico geomorfológico do IBGE (2009), em Florenzano (2008) e ainda no Dicionário Geológico-Geomorfológico de Guerra e Guerra (1993) foi possível identificar as seguintes unidades geomorfológicas: Borda de Patamares Estruturais, Colinas, Chapadas, Morros e Vales abertos. As referidas unidades serão melhor detalhadas a seguir:

**Borda de Patamares Estruturais:** de acordo com o manual técnico de geomorfologia do IBGE (2009) corresponde ao rebordo erosivo que limita a superfície tabular, formando degraus, de topo parcial ou totalmente coincidente com um plano estratigráfico exumado. Ocorre predominantemente em bacias sedimentares ou nos limites destas com outras estruturas discordantes, em contatos de camadas de rochas de litologias distintas. Essa feição corresponde a aproximadamente 7% da área total do município, o que em valores absolutos equivale a 89,8 Km<sup>2</sup>. Foi possível constatar que essa unidade apresenta nível alto de vulnerabilidade morfológica.

**Colinas:** são pequenas elevações com declividade suave e em geral constituem uma forma de relevo resultante do processo de erosão (IBGE, 2009). Em Milton Brandão essas feições ocupam uma área de aproximadamente 118,8 Km<sup>2</sup>, algo correspondente a 8% da área total do município. Nesta unidade as cotas altimétricas variaram de 230 a 380 metros. São estruturas que se apresentam suavemente onduladas e com um nível médio de dissecação, sendo recobertos tanto pela vegetação de carrasco (maioria) como pela vegetação de caatinga (minoritária), levando em consideração esses atributos foi possível constatar que tal unidade apresenta nível moderado a alto de vulnerabilidade morfológica.

**Chapadas:** constituem um conjunto de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, trata-se de um acamamento estratificado que em certos pontos esta na mesma cota da superfície de erosão, essa feição esta contida nos planaltos conservados em estruturas monoclinais (LIMA, 1987). É a feição geomorfológica de maior expressão espacial no município, abrangendo uma área de aproximadamente 524,7 Km<sup>2</sup> o que corresponde a aproximadamente 39% da extensão territorial de Milton Brandão. Nesta unidade geomorfológica foram identificadas cotas altimétricas que vão de 230 a 580 metros, há uma predominância de áreas planas e com baixo grau de dissecação no topo e de áreas fortemente onduladas nas bordas e elevado nível de dissecação do relevo. A unidade é recoberta pela vegetação de cerrado e pelo carrasco. A análise combinada destas características somadas aos solos, predominantes que são Latossolos nessas unidades geomorfológicas, permite inferir

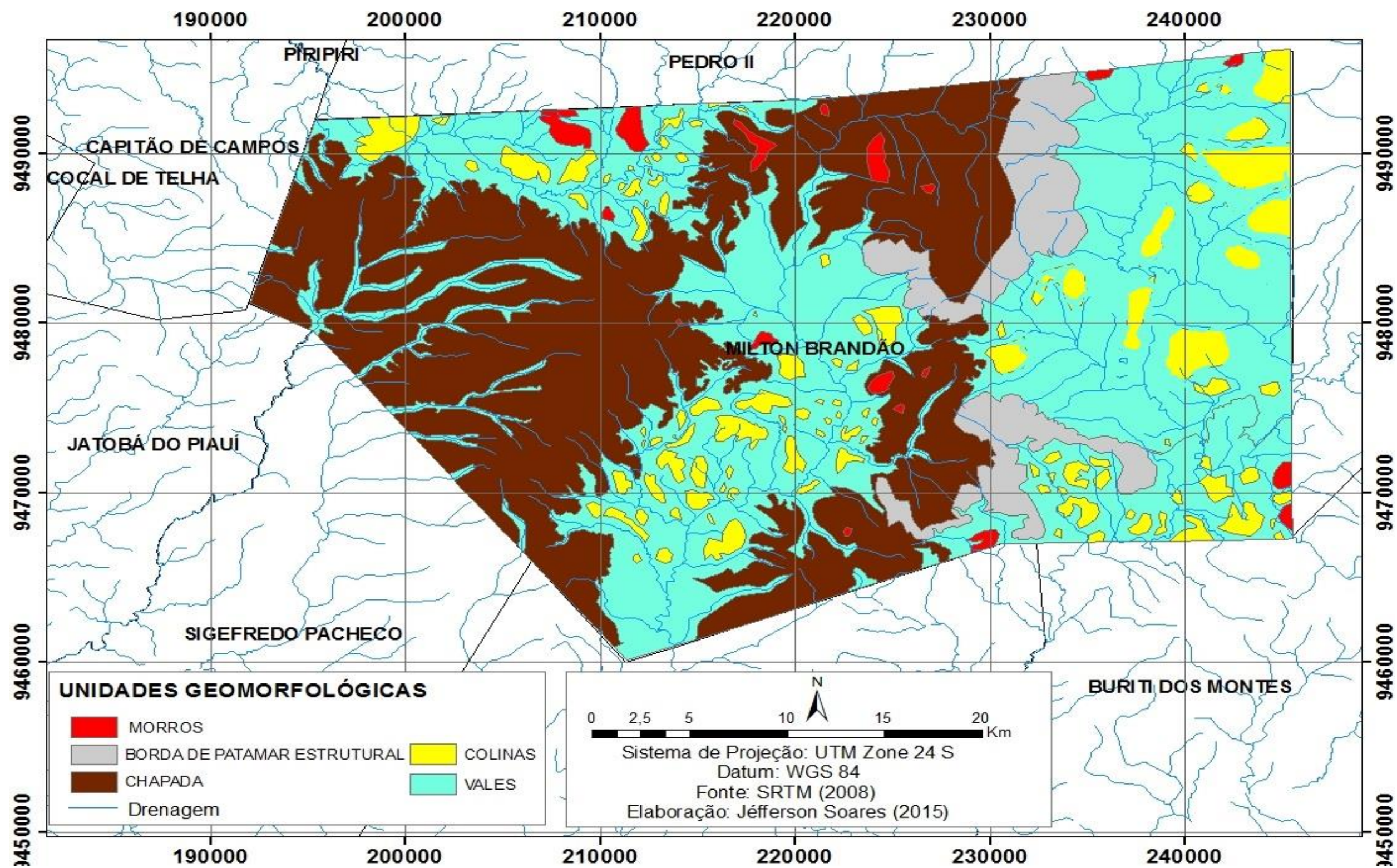
para esta unidade vulnerabilidade morfológica baixa nas áreas do topo e alta a muito alta nas bordas/vertentes.

**Morros:** são elevações que surgem na paisagem com altitude em torno de 100 a 200 metros, sendo que alguns correspondem a morros testemunho, sendo que estes assim são denominados segundo Guerra (1993) pelo fato de serem colinas de topo mais ou menos planas situadas adiante de uma escarpa de cuesta, sendo estes mantidos por sua composição mais resistente ao processo erosivo atuante naquela área. Apesar de não ser identificadas cuestas no município de Milton Brandão-PI há a presença de morros testemunhos que se situam adiante das chapadas e da borda de patamar estrutural, essa formação abrange aproximadamente 1% da área total do município o que equivale a aproximadamente 18,3 Km<sup>2</sup>. Os mesmos apresentam elevada vulnerabilidade morfológica.

**Vales:** se caracterizam pelas superfícies mais abertas, pouco entalhadas, com fundos planos, constituídas geralmente por sedimentos inconsolidados, essa feição abrange uma área de aproximadamente 620,8 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a aproximadamente 45% da área total do município de Milton Brandão. Nos vales foram identificadas cotas altimétricas que variaram de 180 a 380 metros, é nessa unidade também que se encontram as áreas menos dissecadas e mais planas do município, sendo esta unidade recoberta por vegetação de carrasco e de caatinga, dessa forma pode-se inferir que esta unidade apresenta baixa vulnerabilidade morfológica.

Todas as feições que perfazem e constituem o modelado da paisagem do município de Milton Brandão foram especializadas e tal espacialização pode ser verificada por meio da Figura 12 apresentada a seguir.

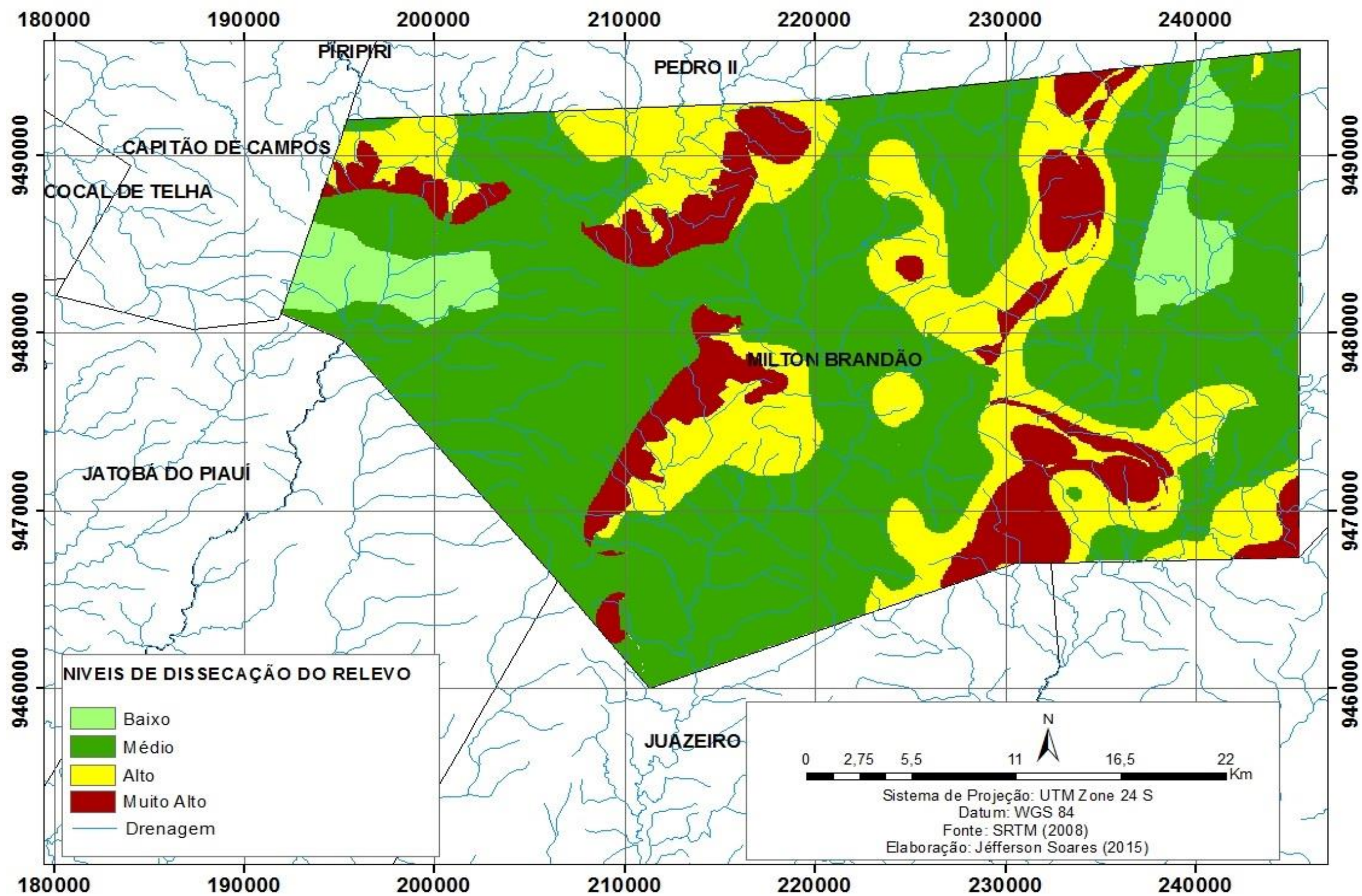
Figura 12: Mapa das unidades geomorfológicas do município de Milton Brandão-PI.



Ainda com relação às características geomorfológicas do município de Milton Brandão-PI, foi realizado um mapeamento da dissecação do relevo para todo o município, onde o município foi classificado em áreas com baixa, média, alta e muito alta dissecação, sendo evidenciado que grande parte do município possui níveis médios de dissecação, as áreas com maiores índices de dissecação se encontram em sua maioria na feição geomorfológica borda de patamar estrutural e nos morros.

Vale ressaltar que a dissecação do relevo esta diretamente ligada a declividade, dessa forma as áreas mais escarpadas, onduladas, fortemente onduladas e montanhosas, estarão sujeitas a um processo maior de dissecação. Tais informações podem ser melhor compreendidas e visualizadas por meio da Figura 13 que trás o mapa de dissecação do relevo do município de Milton Brandão-PI.

Figura 13: Mapa de dissecação do relevo do município de Milton Brandão-PI





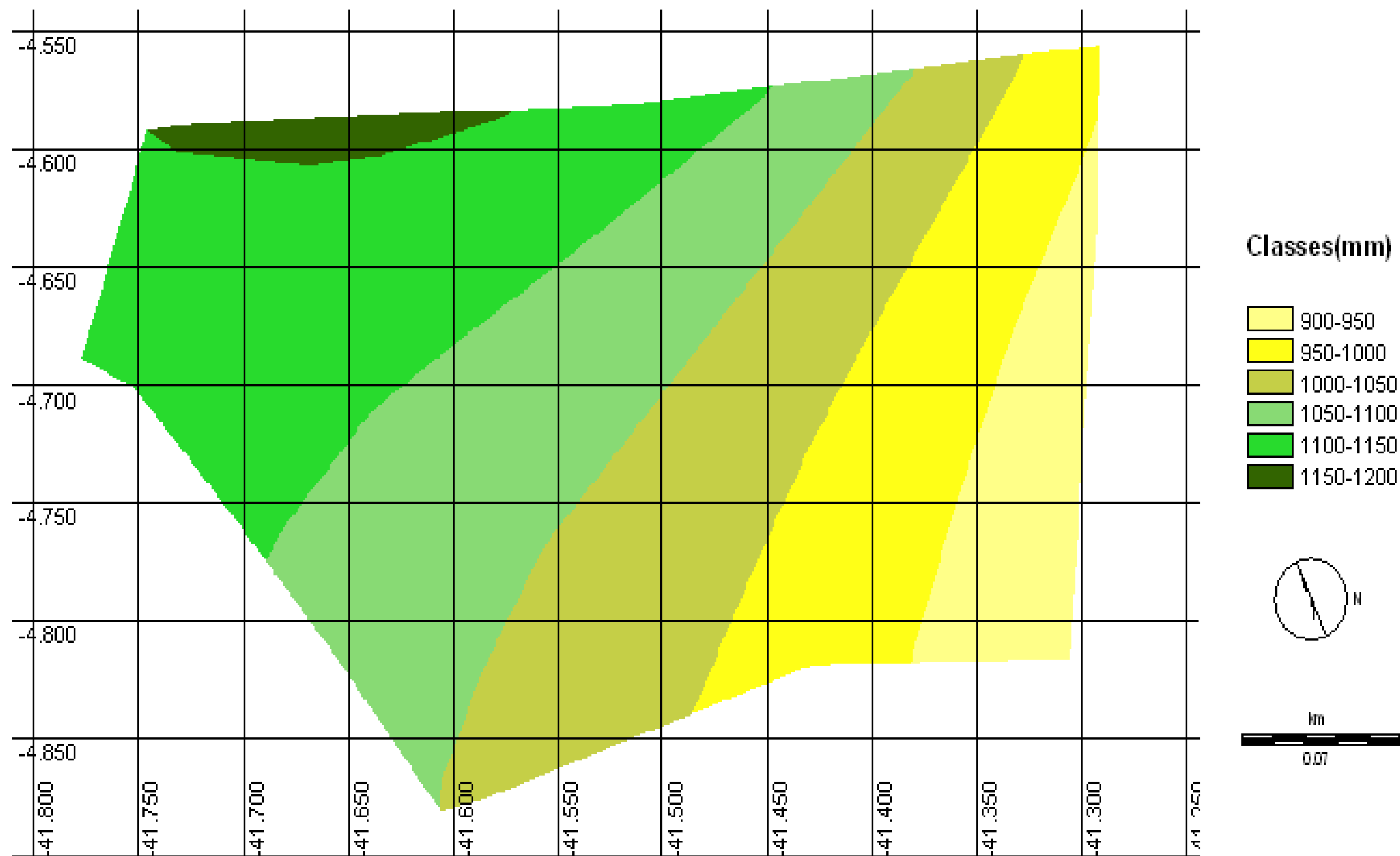
#### 4.1.4 Aspectos Climáticos

A caracterização climática do município de Milton Brandão-PI baseou-se na análise de parâmetros do balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Foram utilizados 14 postos pluviométricos para a caracterização climática do município. A Tabela 5 apresenta os postos pluviométricos utilizados e os valores das variáveis do balanço hídrico climatológico gerados para cada um deles.

A precipitação é a principal entrada do sistema hídrico, sendo a partir dela obtidas as outras variáveis do sistema, a exemplo do escoamento superficial e da infiltração. Assim, a precipitação pode ser definida como toda a água proveniente da atmosfera que atinge a superfície terrestre, sendo a sua disponibilidade anual em uma região o fator determinante para quantificar a necessidade de irrigação e abastecimento de água (TUCCI, 2001).

Com base no método empregado constata-se que a variação dos volumes pluviométricos no município de Milton Brandão-PI e entorno é significativa, variando de 1495 mm no posto Piripiri localizado no município de Piripiri-PI, à 670 mm no Posto Poranga, localizado no município de Poranga-CE. A média pluviométrica total dos 14 postos, levando em consideração os 21 anos analisados foi de 1144,6 mm, o que segundo Aquino (2010) reflete na variação apresentada pelos demais termos do balanço hídrico climatológico.

A partir da média pluviométrica dos 14 postos foi possível a elaboração do mapa da distribuição da precipitação média anual no município de Milton Brandão-PI apresentado na Figura 14. De modo geral verifica-se uma distribuição significativa dos valores de precipitação na área de estudo com predomínio de valores acima de 1.000mm/ano.

**Figura 14:** Mapa da distribuição da precipitação média anual do município de Milton Brandão-PI

**Tabela 3-** Balanço Hídrico Climatológico dos postos localizados no município de Milton Brandão-PI e Entorno, segundo Thornthwaite & Mather (1955).

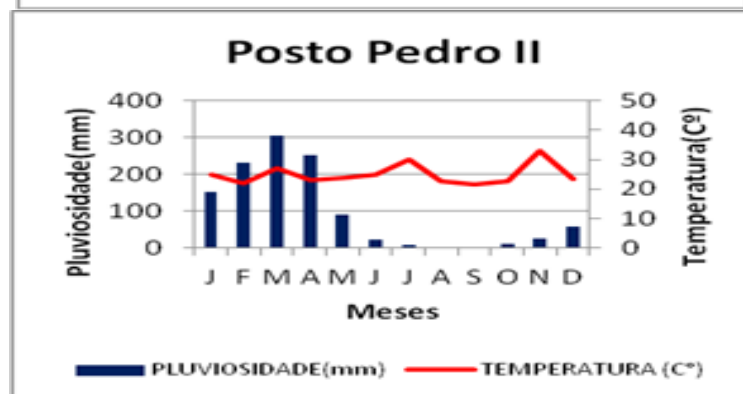
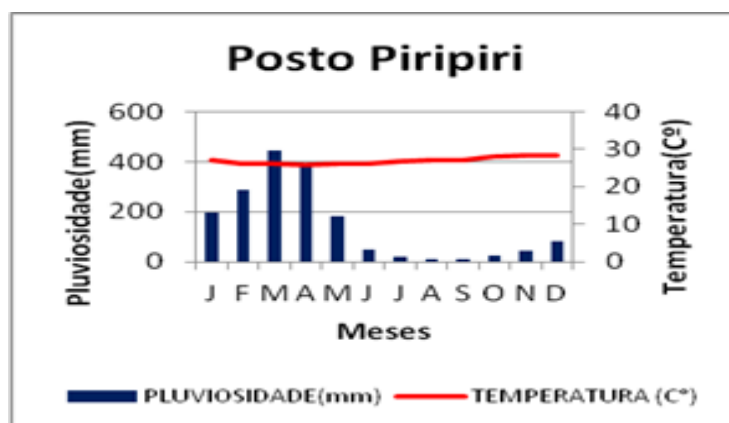
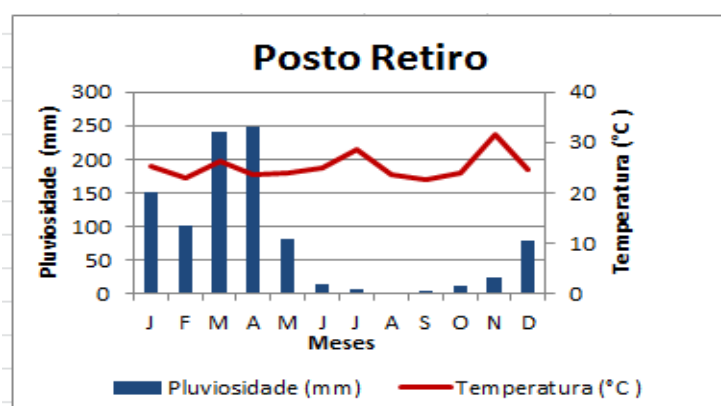
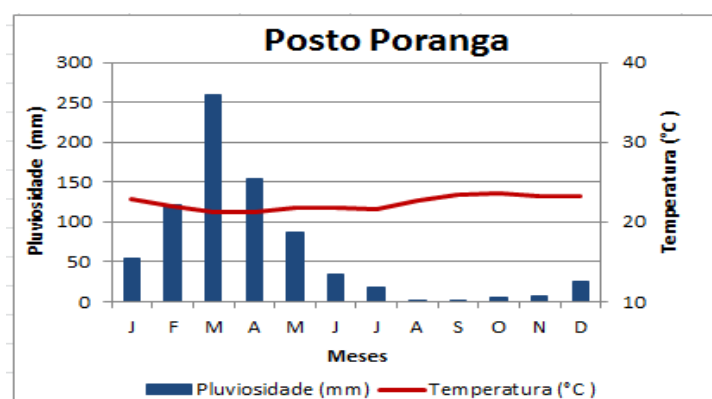
Nome dos postos Pluviométricos	Média Anual		ETP (mm)	ETR (mm)	Meses secos (Números)	Im	Ia (UNEP)	Erosividade	IU	DEF	EXC
	P (mm)	T (°C)									
PIRIPIRI	1495	26,9	1645	1174	6	3,6	0,91	9102	32,3	471	531
SANTANA	1031	22,9	1117	936	4	16,5	0,92	6826	32,7	181	365
CALDEIRÃO	1373	26,9	1645	1241	5	2,6	0,83	8732	27,1	484	446
PEDRO II	1280	24,6	1300	965	6	15,1	0,98	8577	40,8	335	531
MADEIRA CORTADA	842	24,7	1279	842	6	-12,7	0,66	5877	11,4	309	146
TOCAIA	1472	26,9	1654	1169	6	0,4	0,89	8862	29,7	485	491
CAMPO MAIOR	1464	26,9	1658	1353	4	10,0	0,89	8731	27,9	285	459
RETIRO	1044	25,2	1348	1044	5	0,6	0,77	7087	22,1	290	298
CAPITÃO DE CAMPOS	1042	26,9	1647	800	8	-23,4	0,63	8781	28,1	847	462
IPEUIRA	881	25,8	1495	881	5	-21,0	0,59	6427	10,2	467	153
PORANGA	670	22,4	1063	641	8	-29,4	0,63	4817	10,3	422	109
PAJEU	1226	26,9	1642	1226	5	-6,3	0,75	7520	17,8	396	292
IPIRANGA	1252	26,9	1639	1252	5	-3,8	0,76	7693	19,1	376	313
CASTELO DO PIAUÍ	953	26,6	1602	859	8	-28,2	0,59	8486	18,2	743	292

Fonte: SUDENE(1990). Organização Soares (2015).

Com relação à temperatura média, observa-se que não ocorre uma grande variação, sendo que o maior valor de temperatura encontrado foi de 26,9°C em 8 postos, e o menor valor encontrado foi de 22,4°C no posto de Poranga localizado no Estado do Ceará. A média considerando os 14 postos usados na análise foi de 25,7°C.

Os gráficos ombrotérmicos apresentados na Figura 15 apresentam o comportamento médio das precipitações e das temperaturas em quatro postos, sendo estes: Piri-piri, Pedro II, Poranga e Retiro, sendo que estes são os de maior representatividade da área de estudo em questão que é o município de Milton Brandão-PI e circunvizinhança, reforçando a constatação da concentração das precipitações na maioria dos postos nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, sendo esse período o de maior atividade vegetal e excedente hídrico, em face da atuação da zona de convergência intertropical. Nos postos analisados constatam-se poucas variações, evidenciando uma regular distribuição dos valores de temperatura média em todos os meses do ano. Como pode ser visto na figura 15

**Figura 15:** Gráficos ombrotérmicos dos postos de Poranga, Retiro, Piripiri, Pedro II.



Fonte: SUDENE(1990). Organização: Soares (2015).

Em relação à evapotranspiração Potencial (ETP) que é o índice que representa a saída de água, no município de Milton Brandão-PI esse índice variou de 1250 a 1550 mm, tal valor é característico de zonas tropicais, onde se verifica uma grande disponibilidade de energia solar, que acarreta em elevadas temperaturas e conseqüentemente uma maior evapotranspiração.

A evapotranspiração real é o índice que de fato representa o que sai do sistema por meio de evapotranspiração e que é usada na produção primária dos vegetais, há de se ressaltar que a precipitação e a evapotranspiração real (ETR) são diretamente proporcionais de forma que quanto maior a precipitação maior também será o valor da (ETR) (AQUINO, 2010).

A distribuição espacial da ETP e da ETR no município de Milton Brandão-PI podem ser verificadas nas Figuras 16 e 17 respectivamente.

Figura 16: Mapa de evapotranspiração potencial do município de Milton Brandão-PI

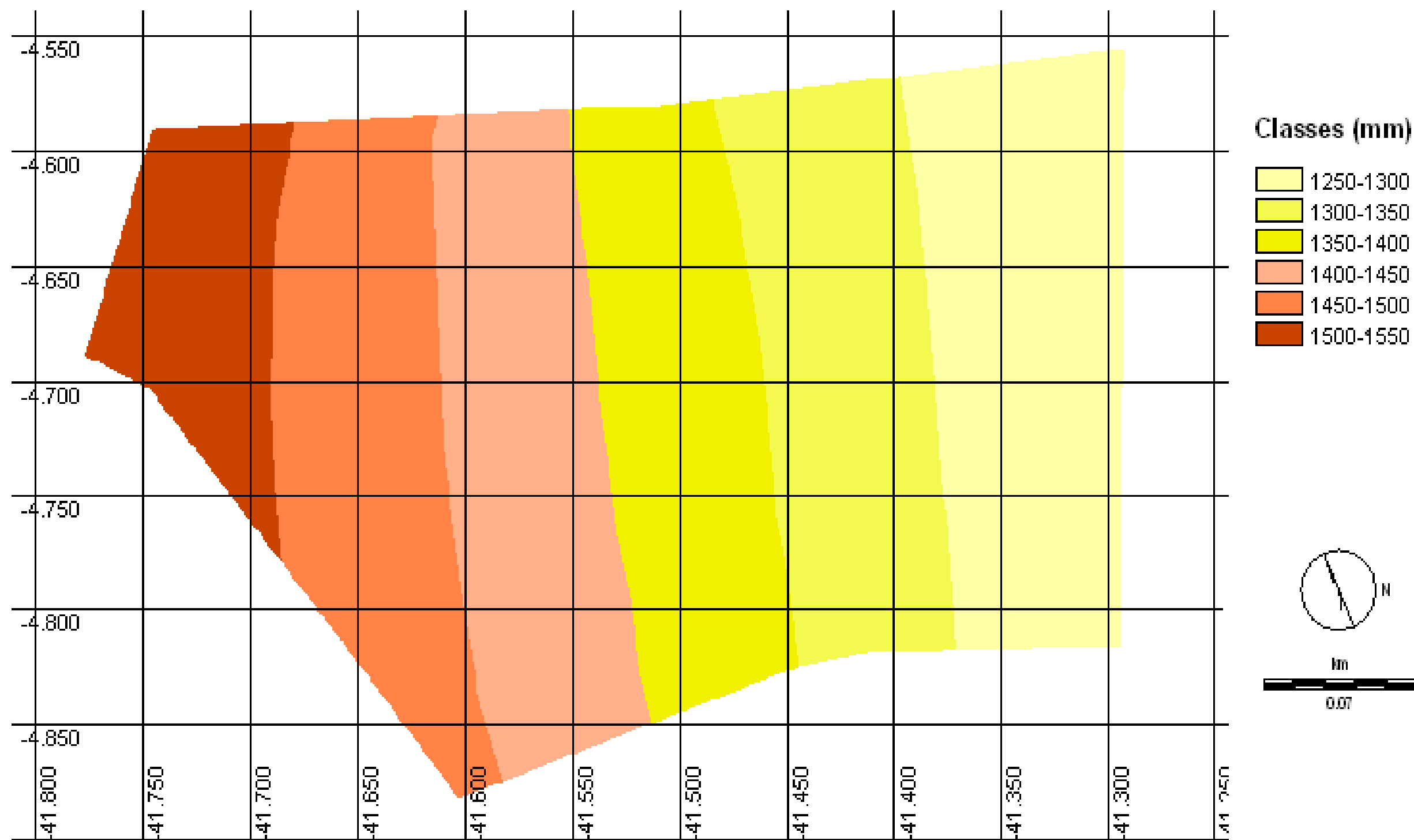
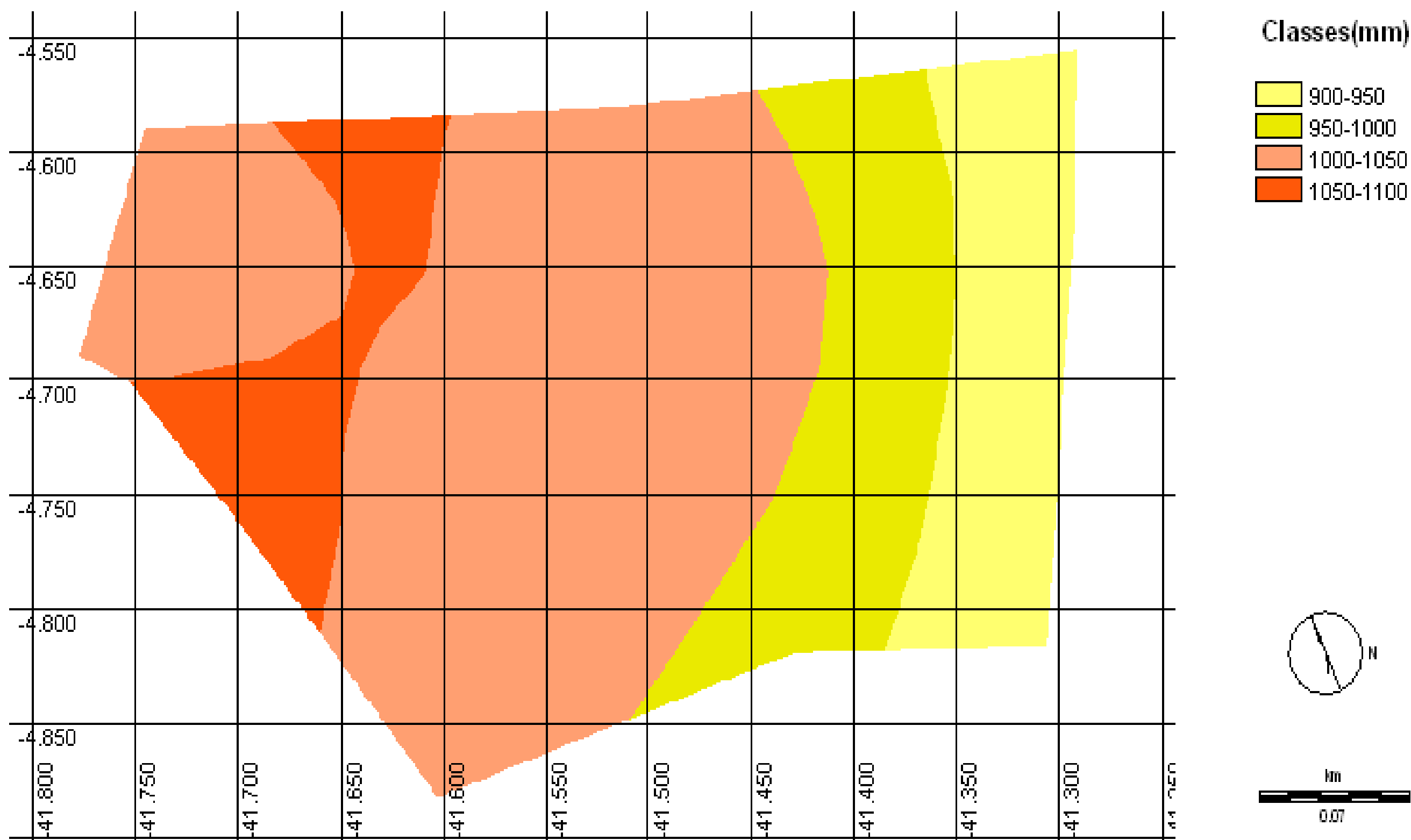


Figura 17: Mapa de evapotranspiração real do município de Milton Brandão-PI



Com relação a distribuição temporal da precipitação verifica-se que a área de estudo apresenta de 5 a 6 meses secos, com chuvas concentradas nos meses de janeiro a maio, sendo que nos demais meses a precipitação chega a níveis baixíssimos quase nulo, evidenciando que no município há uma distribuição temporal irregular das precipitações.

Os valores do índice efetivo de umidade (IM) variaram de -14 a -20, podemos de acordo com Thornthwaite & Mather (1955) classificar a categoria climática predominante no município de Milton Brandão-PI como apresentando tipologia climática tipo seco e subtipo climático subúmido seco, conforme valores propostos Thornthwaite & Mather (1955) e apresentados na Tabela 6.

**Tabela 4:** - Classificação dos Climas segundo o Índice Efetivo de Umidade (Im) de Thornthwaite & Mather (1955)

Tipos Climáticos		Índice efetivo de umidade (IM)
úmidos	Superúmido	> 100
	Úmidos	20 a 100
	Subúmido úmido	0 a 20
secos	Subúmido seco	0 a -33,3
	Semiárido	-33,3 a - 66,6
	Árido	< -66,6)

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955)

A espacialização dos dados referentes aos meses secos e ao índice efetivo de umidade podem ser visualizados por meio das Figuras 18 e 19 que apresentaram os meses secos e índice efetivo de umidade respectivamente.



Figura 18: Mapa de meses secos do município de Milton Brandão-PI

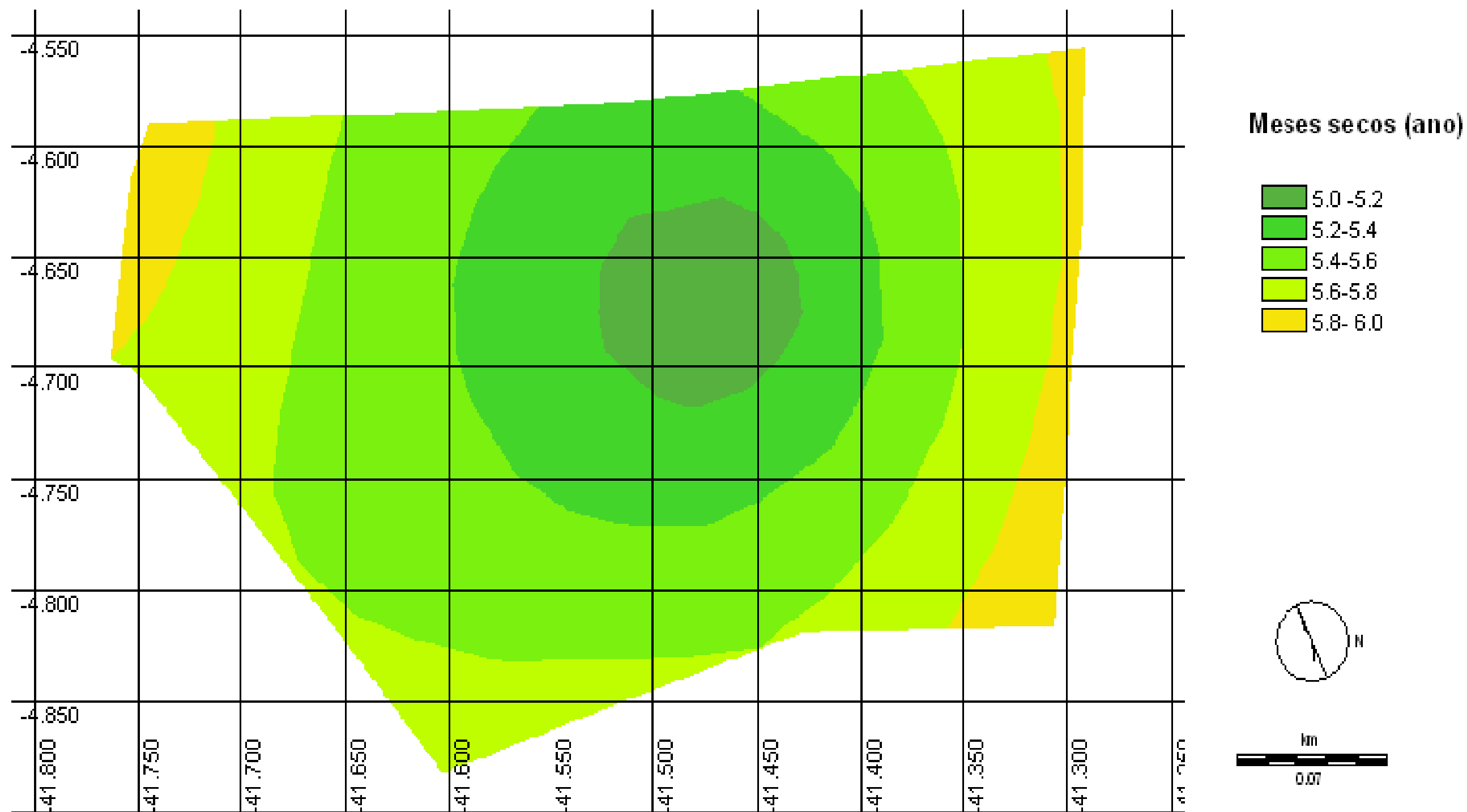
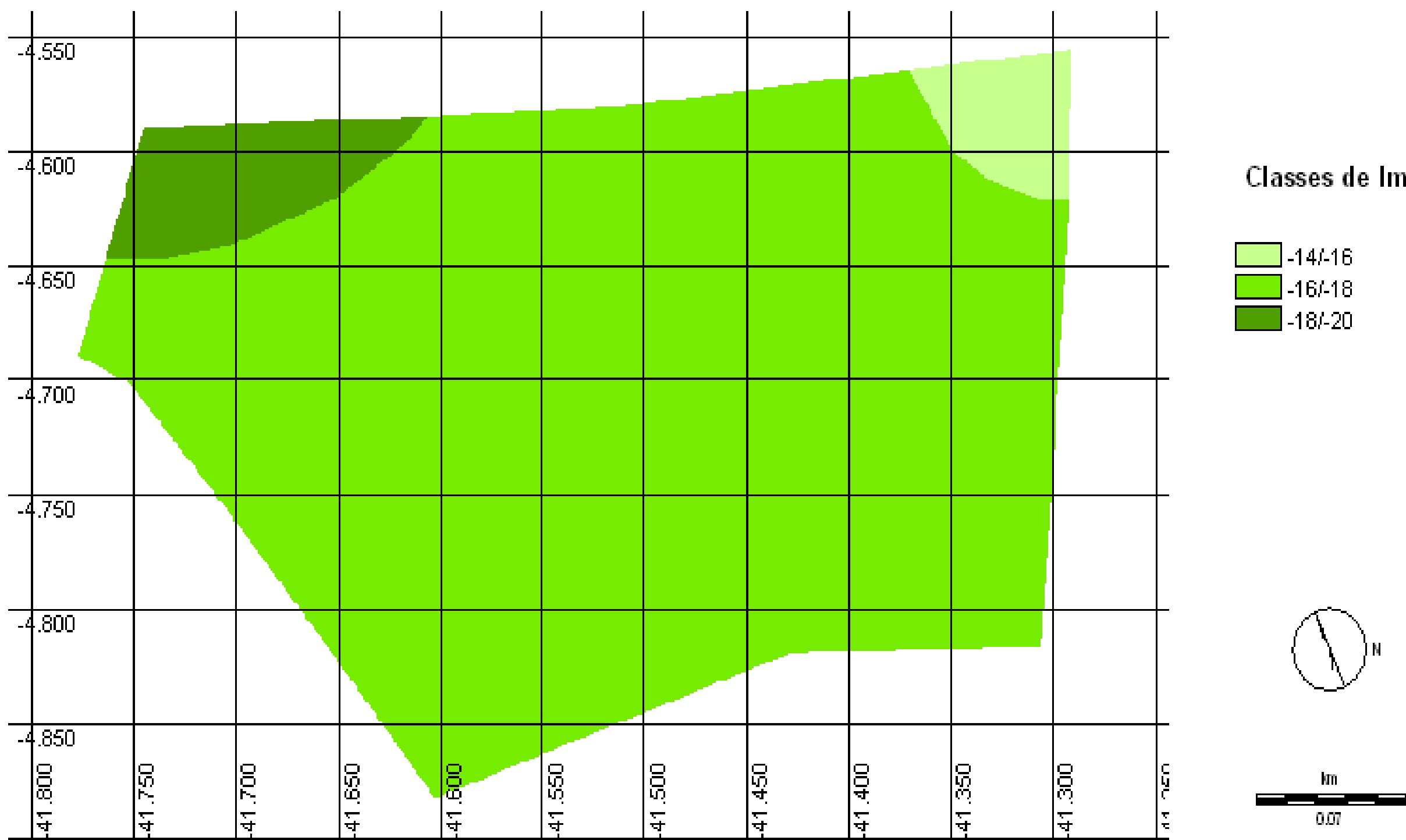


Figura 19: Mapa do índice efetivo de umidade do município de Milton Brandão-PI



Diante da análise do balanço hídrico do município de Milton Brandão e adjacências, conclui-se que com relação à precipitação, a área apresenta uma média pluviométrica (1144,6 mm) concentradas nos meses de janeiro à maio e com as temperaturas variando de as temperaturas variam de 22,4°C a 26,9°C; e com valores de evapotranspiração potencial e real elevados; além disso há a ocorrência de uma média de 6 meses secos, evidenciando não haver uma disponibilidade hídrica regular anual no município e adjacências.

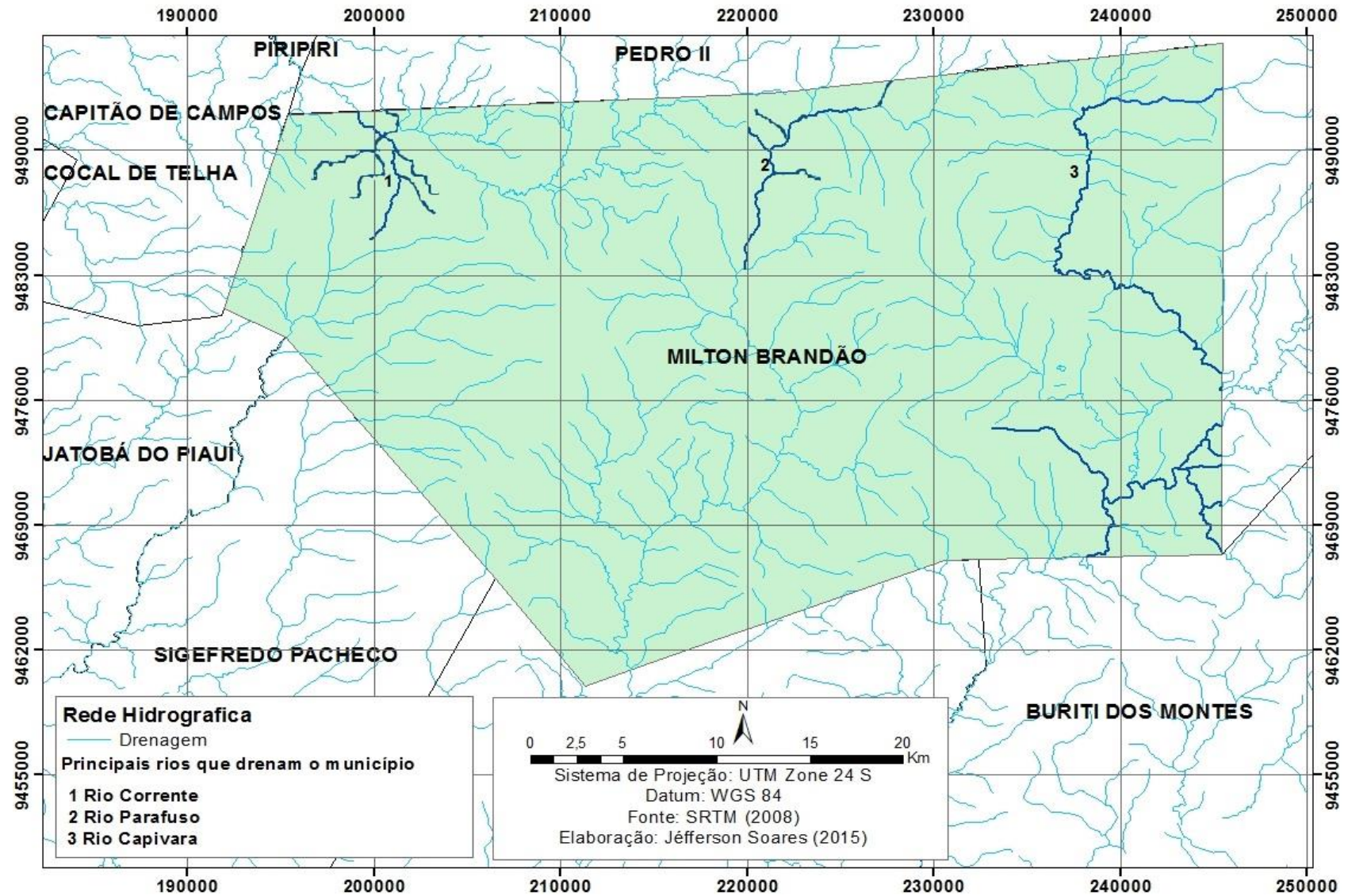
#### **4.1.5 Aspectos hidrográficos**

Os principais cursos d'água que drenam o município de Milton Brandão-PI são os rios Capivara, Parafuso e Corrente que por sua vez são afluentes do rio Poti. Além disso, o município possui uma rede de drenagem local composta por pequenos riachos intermitentes. Conforme pode-se observar na (Figura 25) o município apresenta um padrão de drenagem do tipo dentrítico, mostrando que não há nenhuma orientação evidente dos canais.

Segundo a CPRM (2004) no município de Milton Brandão-PI distinguem-se dois domínios hidrogeológicos: o das rochas sedimentares e o de basaltos da Formação Sardinha. As unidades pertencentes ao domínio rochas sedimentares são da Bacia do Parnaíba, pertencentes ao Grupo Serra Grande e às formações Pimenteirias e Cabeças. As rochas do Grupo Serra Grande correspondem a arenitos e conglomerados e normalmente apresentam um potencial médio, sob o ponto de vista da ocorrência de água subterrânea, tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo.

A Formação Pimenteirias normalmente não apresenta importância hidrogeológica pelo fato de possuir constituintes litológicos de baixa permeabilidade. Já as características litológicas da Formação Cabeças indicam boas condições de permeabilidade e porosidade, favorecendo assim o processo de recarga por infiltração direta das águas de chuvas. Tal aquífero se constitui no mais importante elemento de armazenamento de água subterrânea do município, constituindo-se num potencial fornecedor desse bem, principalmente pelo fato de ocorrer em cerca de 60% da área total do município. Tais fatos podem ser melhor compreendidos por meio do mapa de drenagem do município que vem apresentado na figura 20.

**Figura 20:** Mapa da rede de drenagem do município de Milton Brandão-PI



#### 4.1.6 Aspectos pedológicos

De acordo com a EMBRAPA (1983) no mapeamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí, as associações de solos predominantes no município de Milton Brandão são os Latossolos Amarelos e os Neossolos Litólicos, havendo também a ocorrência de Argissolos Vermelhos, Plintossolos e Neossolos Quartzarênicos. Estas associações serão descritas de forma mais detalhada a seguir.

AQ3: Associação de Areias Quartz Neossolos Quartzarênicos osas + Latossolos Amarelo, textura média, ambos álicos e distróficos, A fraco a moderado, fase cerrado subcaducifólia e/ou cerrado subcaducifólia/caatinga, relevo plano e suave ondulado. Os mesmos representam por volta de aproximadamente 4% da área total do município.

LA14: Associação Latossolo Amarelo, A moderado, textura média, fase pedregosa concrecionario e não pedregosa + Plintossolo Concrecionario, A moderado, textura média e textura média/argilosa + Grupamento indiscriminado de Plintossolos fase cerrado subcaducifólia com e sem carnaúba e Argissolos Acinzentado, ambos com argila de atividade baixa e textura média e textura arenosa/média e Neossolos Quartzarênicos, todos com A fraco e moderado, todos álicos e distroficicos, fase cerrado subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado.

LA16: Associação Latossolo Amarelo, textura média, fase relevo plano + Argissolo Vermelho-Amarelo Concrecionário plíntico e não plíntico, textura média e textura média/argilosa, fase relevo suave ondulado e ondulado ambos álicos e distroficicos, A moderado, fase cerrado subcaducifólia e cerrado subcaducifólia/caatinga.

LA24: Associação Latossolo Amarelo, textura média, + Areias Quartzosas, ambos álicos e distróficos, A fraco e moderado fase cerrado subcaducifólia e cerrado subcaducifólia/caatinga, relevo plano.

LA31: Associação Latossolo Amarelo, textura média, + Areias Quartzosas, ambos A fraco moderado, relevo plano + Argissolo Vermelho-Amarelo Concrecionário, raso e não raso plíntico e não plíntico, A moderado, textura média e textura média/argilosa, relevo plano e suave ondulado todos álicos e distroficicos, fase caatinga hipoxerófila. Todas as associações de latossolos representam juntas algo em torno de aproximadamente 70% da área total do município de Milton Brandão-PI.

PT6: Associação Plintossolo, A fraco e moderado, textura arenosa e média/média e argilosa, fase pedregosa concrecionário e não pedregosa, relevo plano + Plintossolos

Concrecionários, A moderado, textura média e textura média/argilosa, fase relevo plano e suave ondulado, ambos com argila de atividade baixa, álicos e distróficos + Planossolos com argila de atividade alta e argila de atividade baixa, álicos, distróficos e eutróficos, solódico e não solódico, A fraco e moderado, textura arenosa e média/média e argilosa, relevo plano e a vegetação está toda dentro do complexo Campo Maior. Essa associação corresponde a algo em torno de 1% da área total do município de Milton Brandão-PI.

PV16: Associação Argissolos Vermelho-Amarelo Concrecionário plíntico e não plíntico, textura média e textura média/argilosa + Neossolos Litólicos, textura média, fase pedregosa e rochosa, substrato arenito, ambos álicos e distróficos, A moderado, vegetação cerrado subcaducifólia e cerrado subcaducifólia/caatinga, com relevo suave ondulado e forte ondulado.

PV19: Associação Argissolo Vermelho-Amarelo Concrecionário, plíntico e não plíntico, A moderado, textura média e textura média/argilosa + Solos Litólicos, A moderado e franco, textura média e arenosa/pedregosa substrato granítico, ambos álicos distróficos e eutróficos, vegetação caatinga hipoxerófila e caatinga/cerrado caducifólio, relevo suave ondulado a forte ondulado. As associações de Argissolo Vermelho-Amarelo unidas corresponde a aproximadamente 5% da área total do município de Milton Brandão-PI.

R5: Associação de Solos Neossolos Litólicos, A moderado e fraco, textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa, vegetação cerrado subcaducifólia e cerrado subcaducifólia/caatinga, relevo ondulado e forte ondulado, substrato arenito + Argissolo Vermelho-Amarelo Concrecionário, plíntico e não plíntico, A moderado, textura média e média/argilosa, vegetação floresta subcaducifólia dicótilo-palmácea, babaçual, relevo plano e suave ondulado + Latossolo Amarelo, A moderado, textura média, vegetação cerrado subcaducifólia, relevo plano, todos álicos e distróficos + afloramentos de rocha.

R6: Associação de solos Neossolos Litólicos, textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa, substrato arenito e/ou siltito + Argissolo Vermelho Amarelo Concrecionario, raso e não raso plíntico e não plíntico, textura média e textura média/argilosa, ambos fase de erodida e não erodida, relevo suave ondulado e forte ondulado + Grupamento Indiscriminado de Latossolo Amarelo, textura média e argilosa e Neossolos Quartzarênicos, ambos em relevo plano e suave ondulado, todos álicos e distróficos, A moderado e fraco com vegetação de cerrado subcaducifólia e/ou cerrado subcaducifólia/caatinga e/ou cerrado subcaducifólia/floresta subcaducifólia.

R7: Associação de solos Neossolos litólicos, textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado a montanhoso, substrato de arenito + Argissolo Vermelho-Amarelo

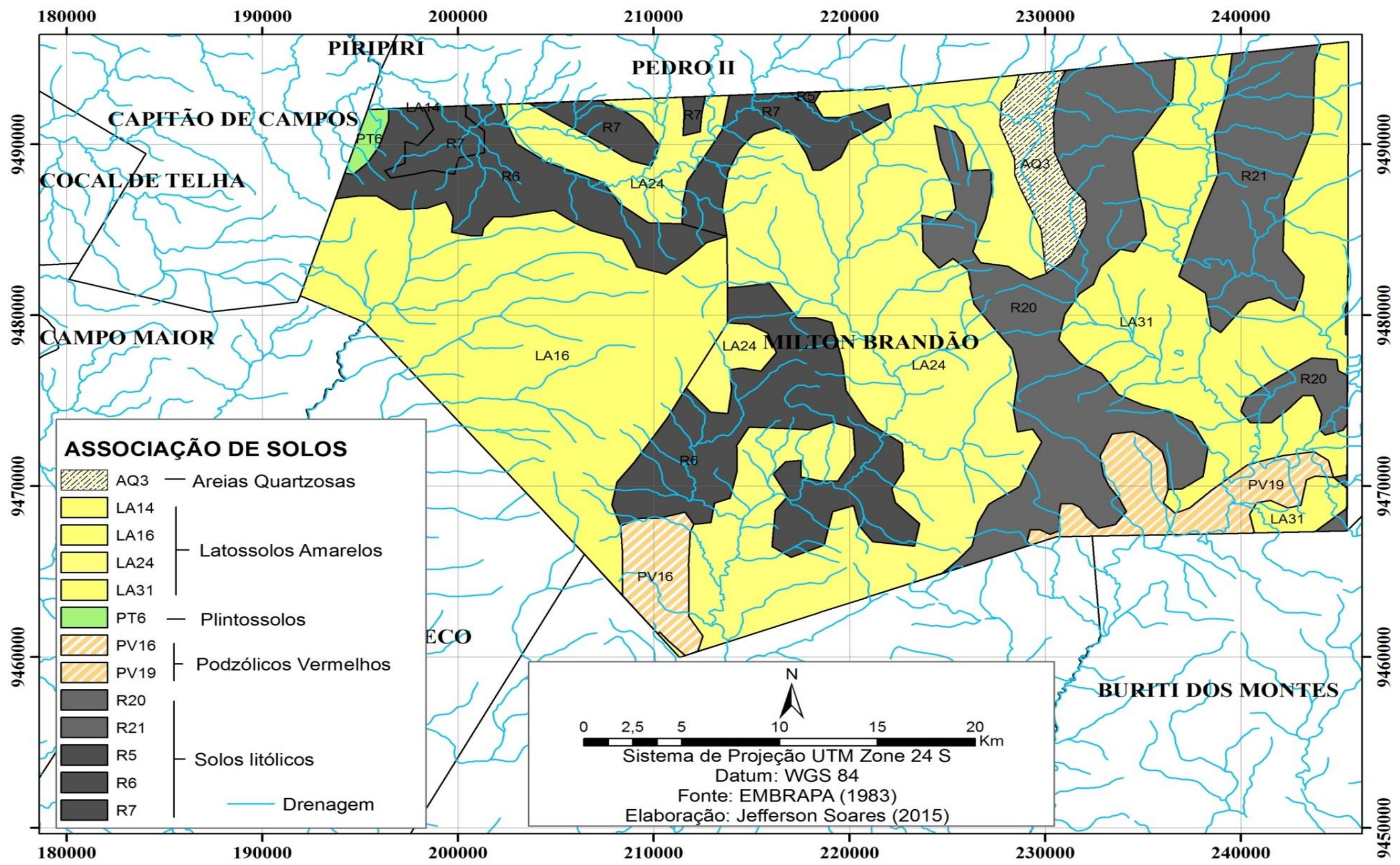
Concrecionário raso e não raso plíntico e não plíntico, textura média e textura meda/argilosa, fase relevo suave ondulado a fortemente ondulado, ambos álicos e distróficos, A moderado e fraco, fase erodida e não erodida + Afloramento de rocha.

R20: Associação de Solos Neossolos Litólicos, textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado a montanhoso, substrato arenito/siltito e /ou folhelho e/ou quartzito + Argissolo Vermelho-Amarelo Concrecionário, raso e não raso plíntico e não plíntico, textura média e textura média/argilosa, relevo suave ondulado a forte ondulado, ambos álicos distróficos e eutróficos, A moderado fraco, fase erodida e não erodida, vegetação de caatinga hipoxerófila e/ou caatinga/cerrado caducifólia + afloramento de rocha

R21: Associação de solos Neossolos Litólicos, álicos distróficos e eutróficos, textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa, vegetação de caatinga hipoxerófila, substrato siltito e arenito + Plintossolo com argila de atividade baixa álico e distrófico, textura média, vegetação de caatinga hipoxerófila com carnaúbas + Planossolos com argila de atividade alta e eutrofico, solódico e não solódico, litólico e não litólico, textura média, vegetação de caatinga hipoxerófila com carnaúbas e floresta ciliar de carnaúba, todos A fraco e moderado com relevo plano e suave ondulado.

As associações de solos Neossolos Litólicos totalizam a aproximadamente 20% da área total do município de Milton Brandão-PI. As associações de solos estão espacialização na Figura 21.

Figura 21: Mapa do esboço pedológico do município de Milton Brandão-PI





#### 4.1.7 Uso e cobertura das terras

O conhecimento acerca do uso da terra ganha relevância pela necessidade de garantir sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas a ele relacionadas e trazidas à tona no debate sobre o desenvolvimento sustentável.

É importante ressaltar que o homem é dependente do meio natural na medida em que dele extraia as matérias-primas vitais para a sua sobrevivência e desenvolvimento social (SILVA, 2008), para isso se faz primordial o entendimento dessa relação de dependência para que se mantenha em harmonia essa dinâmica de relações.

Deste modo a utilização adequada das terras respeitando a sua potencialidade constitui fator primordial para obtenção de rendimentos elevados, com viabilidade econômica da atividade e fundamentalmente, conservação dos recursos naturais (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002).

Nesse contexto, o conhecimento das atividades exercidas e a forma de como se destina o uso e cobertura das terras é de grande importância para a gestão adequada, pautada na sustentabilidade, no desenvolvimento social e econômico e na preservação ambiental.

O conceito de uso da terra para Alves (2011) está relacionado a assentamentos, cultivo, pasto, recreação, entre outros, e as mudanças que envolvem necessariamente uma alteração para outro tipo de uso ou a intensificação do uso corrente.

Nesse sentido, o Manual de Uso da Terra elaborado pelo IBGE (2006) propõe a identificação para levantamento de uso da terra de três níveis diferenciados de observação, partindo de uma visão abrangente, em escala continental, nacional, para uma mais detalhada capaz de atender demanda social de informação em níveis regional e local.

Sendo assim no município de Milton Brandão-PI foram identificadas as seguintes tipologias de uso e cobertura das terras: atividade agropastoril, cerrado denso, cerrado aberto, caatinga aberta, mata de cocais, formada em sua maioria por babaçuais e a vegetação de carrasco.

As atividades agropastoris na área de estudo envolvem basicamente o cultivo de culturas permanentes e temporárias, além do rebanho de caprinos, suínos, ovinos e bovinos, respectivamente na ordem que os mesmos se apresentam representados no município de Milton Brandão segundo os dados do censo agropecuário do IBGE (2006).

Vale ressaltar que de acordo com o IBGE (2006) existem no município apenas duas culturas permanentes a de banana e de café, sendo as demais culturas sazonais tendo destaque

as culturas de feijão, mandioca e milho. As atividades agropastoris ocupam aproximadamente 0,6% da área total do município de Milton Brandão-PI.

O grupo vegetacional predominante no município de Milton Brandão-PI é a vegetação de carrasco, que de acordo com o mapeamento realizado recobre aproximadamente 65,5% da área total do município, vale ressaltar que a vegetação de carrasco foi caracterizada por Luetzelburg (1922, 1923) como lenhosa, densa, com folhas coriáceas de indumento sedoso, ocorrente sobre solos duros, secos, pedregosos ou arenosos, constituindo o último grau de decadência da capoeira.

Já Fernandes (1981) inicialmente reportou-se a vegetação de carrasco como sendo um complexo vegetacional florístico relacionado com as caatingas. Posteriormente, Fernandes e Bezerra (1990) julgam que o carrasco é uma vegetação precedente da degradação parcial do cerrado, assumindo o aspecto de uma capoeira densa.

Dessa forma podemos dizer que o carrasco é uma vegetação original do semiárido, pelo seu acentuado grau de equilíbrio ecológico e que este extrato vegetacional é um tipo próprio de vegetação independente da caatinga, apresentando uma flora de estrutura morfológica heterogênea, com representantes escleromorfos e mesomorfos sobre influência de solos sedimentares. Sendo que há a existência de duas estruturas morfológicas diferentes entre suas espécies, ocorrendo um acentuado heteromorfismo das plantas, com folhas coriáceas ou cartáceas (escleromorfismo) ao lado de outras folhas mesomorfas (FERNANDES, 1994).

O segundo complexo vegetacional de maior representatividade espacial no município de Milton Brandão-PI é o cerrado denso que ocupa 26,8 % da área total do município. De acordo com o RADAM (1973) o cerrado é uma formação predominante dos climas quentes e úmidos com chuvas torrenciais bem demarcadas pelos períodos secos, sendo caracterizada, sobretudo por árvores tortuosas com grandes folhas e adaptadas a solos deficientes e ácidos, como os latossolos que recobrem aproximadamente 70% da área de estudo.

No Cerrado denso, as árvores encontram-se densamente dispostas muito embora as copas não se toquem. As árvores alcançam pouco mais de cinco metros de altura, esse estrato é intercalado de palmeiras anãs e plantas lenhosas rasteiras RADAM (1973).

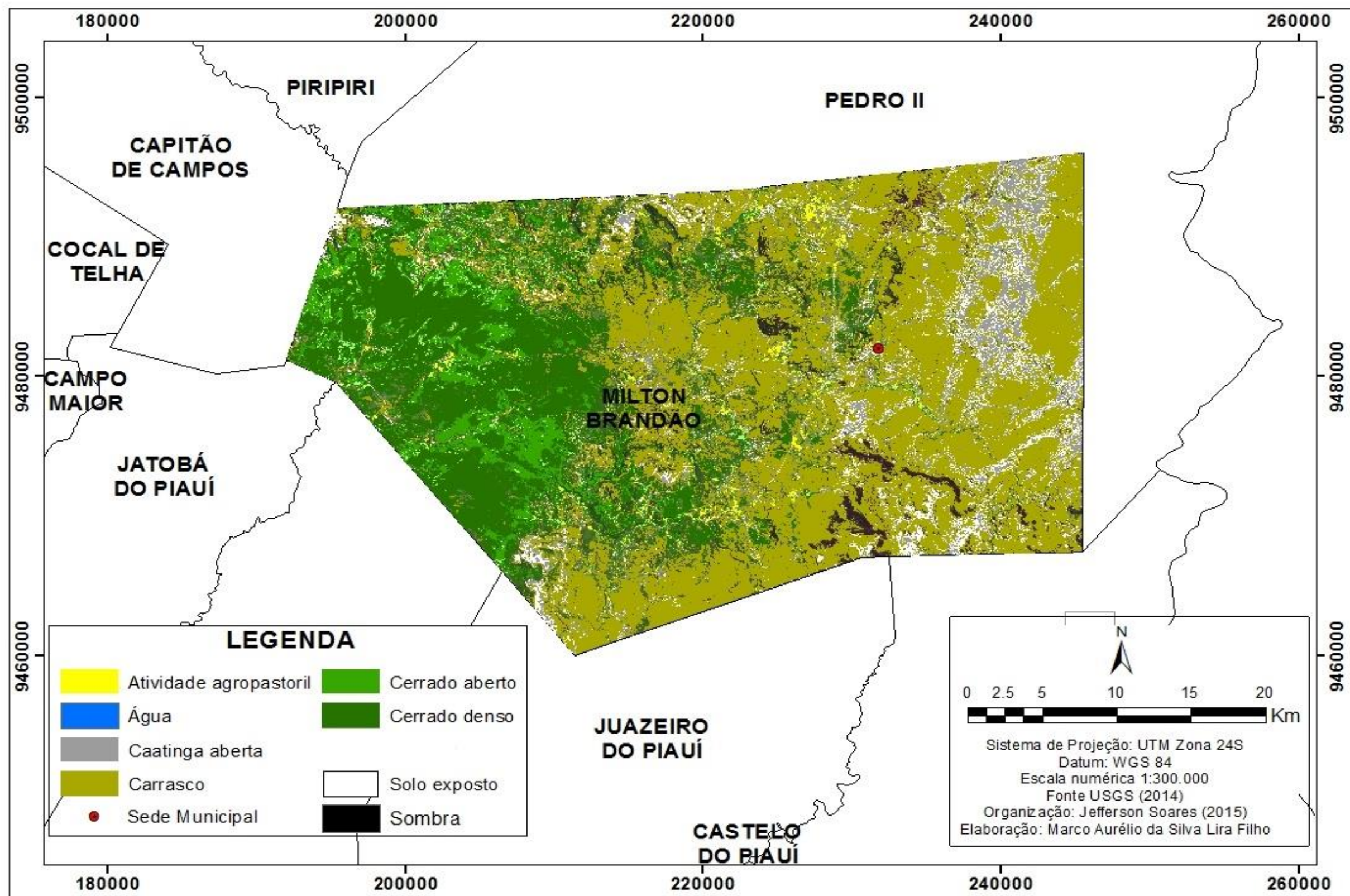
Sequencialmente quanto a representação espacial temos o complexo vegetacional do cerrado aberto que ocupa aproximadamente 6% da área total do município de Milton Brandão-PI e se caracterizam segundo RADAM (1973) como uma formação subclímax do grupo arbóreo com pequenas árvores esparsas, com altura que varia de 2 a 5 metros, esgalhadas e bastante tortuosas e intercaladas de plantas baixas e outras lenhosa.

Por último temos a formação da caatinga aberta que ocupa aproximadamente 1,1 % da área total do município e de acordo com o RADAM (1973) tem a característica de ser uma formação heterogênea e bastante esparsa com pequenas plantas espinhosas, com cactáceas baixas e bromeliáceas terrícolas, em torno de um ou mais arbustos também espinhosos decíduais e mesófilos.

Ressalta-se que as áreas urbanas por serem diminutas não foram possíveis de ser quantificadas por meio da imagem, sendo apenas a sede do município identificada por meio de suas coordenadas.

A distribuição espacial das formas de uso e cobertura das terras identificadas no município de Milton Brandão-PI, podem ser visualizadas na Figura 22.

Figura 22 : Mapa do uso e cobertura terras do município de Milton Brandão -PI

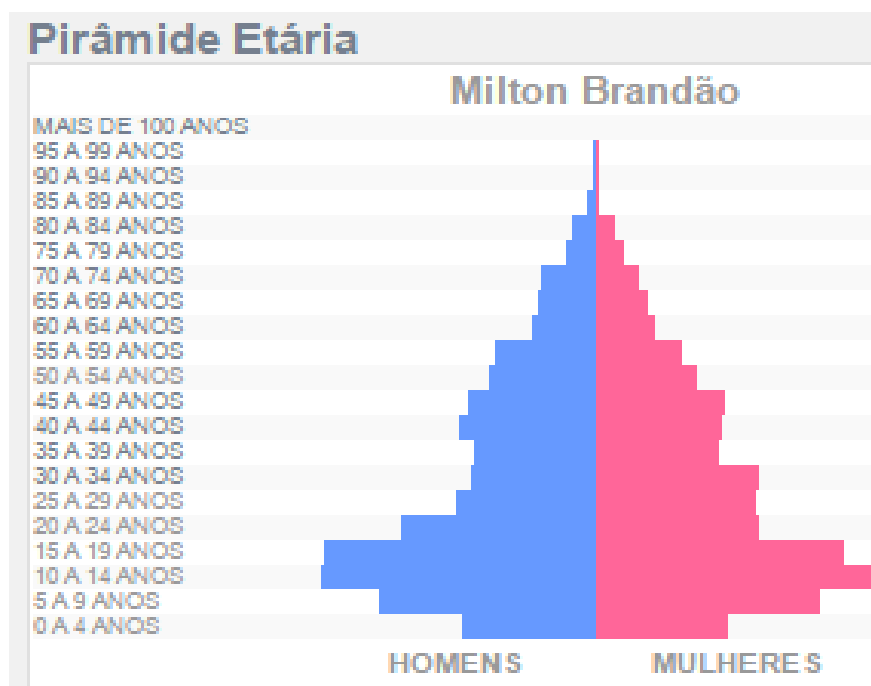


## 4. 2. CARACTERIZAÇÃO SÓCIOECONÔMICA

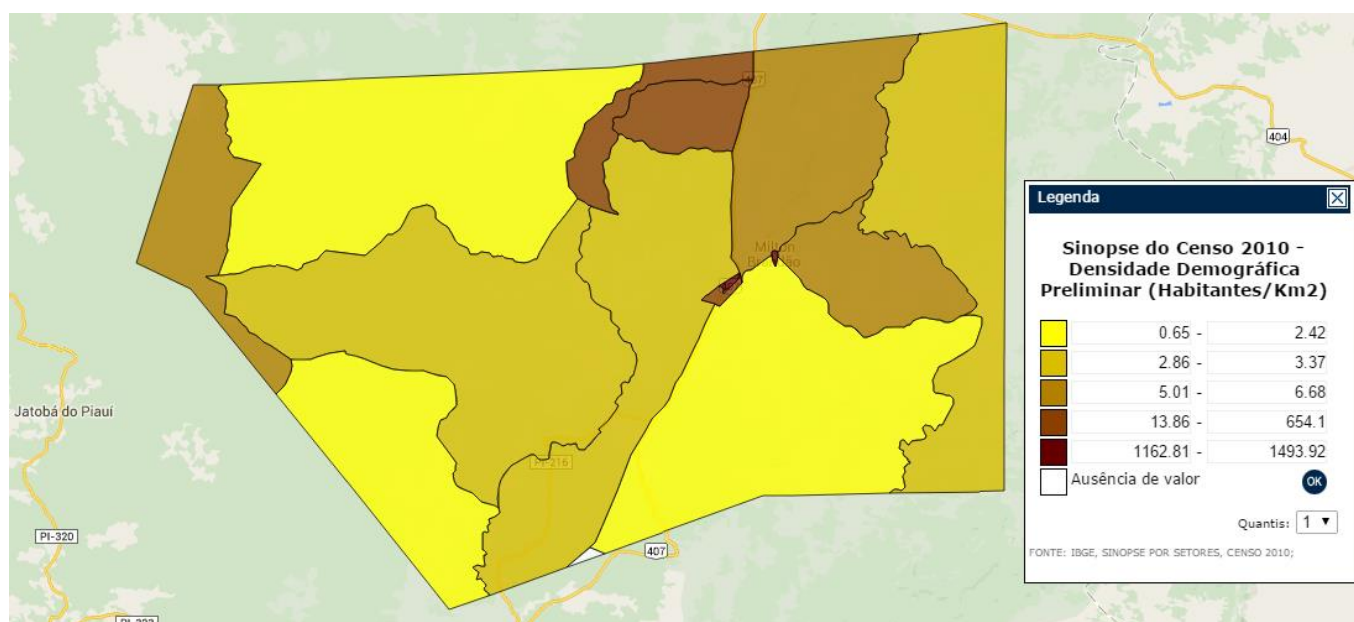
De acordo com o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Milton Brandão apresenta uma população de 6.769 habitantes, sendo desse total 3.441 homens e 3.328 mulheres, distribuídos em uma área de 1.371,743 km<sup>2</sup>, o que da ao município uma densidade de 4,93 hab/Km<sup>2</sup>. Tal população que reside no município é predominantemente composta de jovens, havendo uma concentração da população entre a faixa etária de 14 a 24 anos. Tal fato pode ser melhor observado e compreendido por meio da pirâmide etária do município apresentada na Figura 23.

Foi também extraído do IBGE (2010) a densidade relativa do município com base na sinopse dos setores censitários do senso demográfico realizado em 2010, como pode ser observado por meio da Figura 24.

**Figura 23:** Pirâmide etária do município de Milton Brandão-PI



Fonte: IBGE (2010).

**Figura 24:** Densidade demográfica de Milton Brandão-PI.

**Fonte:** IBGE (2010).

O município de Milton Brandão-PI, de acordo com levantamento realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP) em 2010, apresentou um Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de 0,508, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IDHM entre 0,500 e 0,599). A dimensão que mais contribui para a composição do IDHM do município foi a Longevidade, com índice de 0,772, seguida de Renda, com índice de 0,476, e de Educação, com índice de 0,357.

Contudo, apesar do baixo índice o mesmo se encontra em progressiva escalada, pois ao se realizar um levantamento desde 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,133, em 1991, para 0,508, em 2010. Isso implica em uma taxa de crescimento de 281,95% para o município, bem maior do que a taxa percentual de crescimento verificada no estado do Piauí que foi no mesmo período de 47%. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,340), seguida por Longevidade e por Renda.

Observa-se também de acordo com os dados do PNUD, IPEA, FJP (2010) uma predominância da população residente em áreas rurais, sendo que essa predominância já chegou a alcançar a totalidade em 1991, quando o município em questão não havia se quer sido emancipado, sendo que houve um crescimento nos anos seguintes no processo de

transferência da população para as áreas urbanizadas, até mesmo impulsionados pelo processo de emancipação do município, contudo esses processo atualmente se tem dado de forma lenta e progressiva havendo ainda uma grande predominância da população residente em áreas rurais, fato este demonstrado na tabela a seguir:

**Tabela 5:** Evolução da população Rural e Urbana de 1991 a 2010 em Milton Brandão-PI

População Total, por Gênero, Rural/Urbana - Milton Brandão - PI						
População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População total	5.800	100,00	6.900	100,00	6.769	100,00
Homens	3.036	52,34	3.563	51,64	3.441	50,83
Mulheres	2.764	47,66	3.337	48,36	3.328	49,17
Urbana		0,00	1.609	23,32	1.701	25,13
Rural	5.800	100,00	5.291	76,68	5.068	74,87

Fonte: PNUD, IPEA e FJP (2010).

No que se refere à economia do município com base em dados do censo do IBGE e dos dados do PNUD, ambos de 2010, foi possível constatar que o município apresenta uma economia fragilizada, com um alto índice de inatividade em sua população, valor que chegou a 48,1%, além disso, há o incremento da população economicamente ativa que se encontra desocupada, tal índice foi de 9,4% em 2010.

Soma-se a isso, o fato de a mão de obra disponível se apresentar em sua maioria com um baixo grau de escolaridade, sendo que em 2010, dentre as pessoas com 25 anos ou mais de idade, 48,93% delas eram analfabetos, 12,49% tinham o ensino fundamental completo, 7,05% possuíam o ensino médio completo e 3,39%, o ensino superior completo.

Além disso, grande parte da população economicamente ativa esta empregada no setor agropecuário, 51,72% em 2010, basicamente no modelo de subsistência, onde pouco valor é agregado ao que se é produzido, fato este que será evidenciado quando nos depararmos com o Produto Interno Bruto (PIB) do município. O restante da população economicamente ativa esta empregada na indústria de transformação de produtos primários 0,29%, vale ressaltar que essa produção industrial é quase que artesanal e com o emprego de pouca tecnologia; na indústria extrativa 5,79%; no setor de construção 6,98%; nos setores de utilidade pública 0,59%; no comércio 4,34% e 29,12% no setor de serviços.

Ao analisarmos o PIB do município com base nos dados do IBGE (2010) foi possível verificar que o setor terciário da economia, que empregava pouco mais de 30% da população economicamente ativa é o que tem maior representatividade e o que agrega mais valor a economia como um todo.

Já o setor agropecuário que empregava mais da metade da população é o setor que menos agrega valor a economia do município, sendo que os cultivos em sua maioria são temporários, onde apenas duas culturas são permanentes a de banana e do café. As duas juntas tiveram um faturamento de 3 mil reais segundo o censo agropecuário do IBGE (2006). Dentre as culturas temporárias destaca-se o feijão com 277 toneladas produzidas e um faturamento de 263 mil reais; o milho com 376 toneladas produzidas e um faturamento de 200 mil reais e a mandioca com 140 toneladas produzidas e um faturamento de 36 mil reais (IBGE, 2006).

Em relação aos rebanhos os principais são os de caprinos com 18.434 cabeças, os suínos com 8.799 cabeças, os ovinos com 6.547 cabeças e os bovinos com 4.673 cabeças, além de 22 mil aves, sendo que todas essas atividades são desenvolvidas com pouco ou nenhum incremento técnico, prova disso é que de acordo com o IBGE (2006) para todo o município haviam apenas 11 tratores empregados na atividade agropecuária, sendo este o único incremento técnico evidenciado no município de acordo com o IBGE (2006) isso reflete na baixa renda do município algo em torno de 154,73 reais e no elevado índice de pobreza e extrema pobreza 62,15% e 43,95%, respectivamente, segundo PNUD, IPEA e FJP (2010).



### **4.3. A COMPARTIMENTAÇÃO DA PAISAGEM**

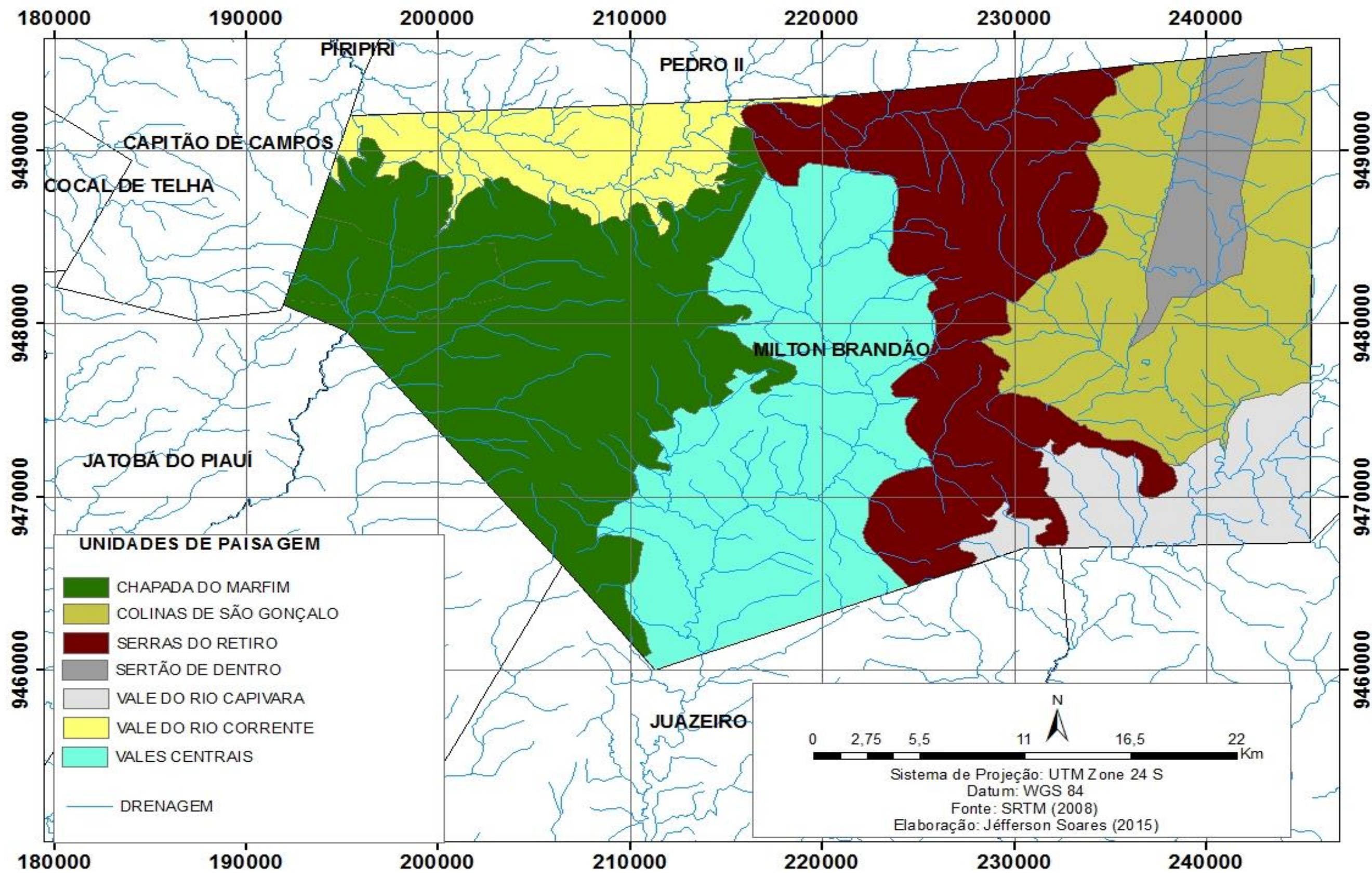
O conceito de paisagem como anteriormente foi explicitado é um conceito híbrido, que une em uma só concepção ou por melhor dizer em uma só palavra vários significados desde os elementos físicos do meio à percepção social do meio. Deste modo o conteúdo da paisagem é o somatório de todos os recursos naturais que o homem tem a sua disposição, aliada a expressão cultural (CORRÊA E ROSENDAHL, 2004).

As unidades geoambientais que sugerem a integração entre os elementos físicos e humanos podem ser definidas como sendo uma porção do território com elevado grau de similaridade entre as características físicas e bióticas, podendo abranger diversos tipos de ecossistemas com interações funcionais e forte interdependência (BRASIL, 2004).

Essa compartimentação e delimitação de unidades geoambientais/de paisagens só foi possível graças ao levantamento e caracterização geoambiental do município de Milton Brandão-PI. Por meio deste levantamento e da análise associada destes dados foi possível identificar 8 unidades de paisagem, a saber: Serras do Retiro, Vales Centrais, Colinas de São Gonçalo, Sertão de Dentro, Chapada do Marfim, Vale do Rio Capivara, Vale do Rio Corrente e Mata do Pau D'arco. A Figura 31 apresenta a distribuição espacial das referidas unidades geoambientais/de paisagens na área de estudo.

As unidades geoambientais/ de paisagens identificadas trazem consigo mesmo que de forma sutil a expressão cultural das comunidades que nelas vivem, tal expressão esta contida na nomenclatura designada para cada uma das unidades, onde na nomenclatura de designação das unidades esta impresso o seu atributo físico, biológico, mas também o cultural que se mostra entrelaçado, tal fato comprova o caráter híbrido que o conceito de paisagem possui.

Figura 26: Mapa das unidades de paisagem do município de Milton Brandão-PI.



## **4.4 UNIDADES DA PAISAGEM: ANALISE E VULNERABILIDADES**

### **4.4.1 Análise das unidades de paisagem**

Para a definição das unidades paisagísticas/geoambientais do município de Milton Brandão- PI fez-se necessário analisar os atributos da paisagem de forma conjunta. Sendo que os mesmos foram determinantes na determinação da vulnerabilidade ambiental de cada uma das unidades.

Vale ressaltar, que toda ação que modifique o estado natural do meio, pode resultar, de acordo com as características locais aliadas à intensidade desta ação, numa grandeza de efeitos adversos, ao que chamamos de vulnerabilidade (KLAIS ET AL, 2002).

Vale ressaltar que segundo Grigio (2008), a vulnerabilidade natural mostra a predisposição do ambiente frente a fatores ambientais. Já a vulnerabilidade ambiental, segundo Tagliani (2003), é definida como qualquer suscetibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer.

Posterior a definição, nomeação e caracterização das unidades de paisagem e tomando por base os aspectos litológicos, a declividade, a dissecação, a altimetria, o uso e cobertura da terra e a pedologia, a partir da metodologia de Crepani (2001) procedeu-se a análise da vulnerabilidade das mesmas. A seguir serão caracterizadas cada uma das referidas unidades, bem como apresentando a vulnerabilidade ambiental encontrada para cada uma delas.

- **Unidade de paisagem Chapada do Marfim**

Ao analisarmos os atributos da unidade de paisagem Chapada do Marfim percebemos que a mesma tem como embasamento litológico a formação cabeças e que em relação à declividade apresenta aproximadamente 203 km<sup>2</sup> algo em torno de 65% da sua área com declividade entre 0 e 3%, nível de declividade que se enquadra na categoria de áreas planas, que são áreas mais susceptíveis ao processo de pedogênese; outros 25,7% da Chapada do Marfim, o que corresponde a 80,5 km<sup>2</sup> apresentaram declividade variando de 3 a 8 %, enquadrando-se na categoria de áreas suavemente onduladas e são áreas também mais propensas ao processo de acumulação de sedimentos.

Já o restante da área da unidade Chapada do Marfim apresentou declividade que torna o processo de morfogênese mais atuante pelo fato de apresentarem um nível de declividade mais acentuada, 20,7 km<sup>2</sup> algo em torno de 6,6% da Chapada do Marfim apresentou declividade entre 9 e 17% de declividade, áreas classificadas como moderadamente onduladas a onduladas, outros 2,5% da área ou 7,8 km<sup>2</sup> apresentou declividade de 17 a 28%; 0,9 km<sup>2</sup>

que representa 0,2% da área apresentou declividade que variando de 28 a 99% , tais áreas podem ser classificadas respectivamente como ondulado, fortemente ondulado e montanhoso.

Vale destacar que grande parte da unidade de paisagem chapada do Marfim, 60,6% se encontra em cotas altimétricas variando de 180 a 380 metros; 39% estão em cotas altimétricas que vão de 390 a 480 metros e apenas 0,4% da Chapada do Marfim apresenta cota altimétrica que alcança até os 530 metros.

Em relação aos níveis de dissecção do relevo dessa unidade 58% da unidade apresentou baixos níveis de dissecção, 18% apresentou nível médio de dissecção, 20% apresentou nível alto de dissecção e apenas 4% da unidade possui níveis muito altos de dissecção.

Quanto as associações de solos identificadas nessa unidade é possível dizer que há nela uma predominância dos Latossolos Amarelos, os mesmos representam 75% dos solos dessa unidade de paisagem, já as associações de solos Neossolos Litólicos representam 21% dos solos da unidade, as associações de Argissolos correspondem a em 4% dos solos presentes nesta unidade.

Em relação ao uso e cobertura das terras a unidade de paisagem Chapada do Marfim apresentou 40 % da sua área, o que equivale a 122 km<sup>2</sup> recoberto por Cerrado Aberto, outros 30% algo em torno de 92 km<sup>2</sup> aproximadamente é de Cerrado Denso; 11% ou 34 km<sup>2</sup> da área é recoberto pela vegetação Carrasco. Em 0,5%, equivalente a 1,8 km<sup>2</sup> da área da Chapada do Marfim são desenvolvidas atividades agropastoris, a Caatinga Aberta representa 0,4% ou 1,5 km<sup>2</sup> da área total da Chapada do Marfim e há incidência na unidade de paisagem de aproximadamente 1,6 % ou 5,2 km<sup>2</sup> de solo exposto, mananciais, represas ou cursos d'água tiveram uma representação irrisória na unidade de paisagem em questão.

Quanto à vulnerabilidade ambiental a unidade de paisagem Chapada do Marfim apresentou 63% da sua área incluída no nível de muito baixa vulnerabilidade; 20% no nível de baixa vulnerabilidade; 12% no nível de média vulnerabilidade, as áreas de alta a muito alta vulnerabilidade ambiental ocupam 5% da área total da referida unidade de paisagem. Tal unidade pode ser observada por meio da Figura 27.

**Figura 27:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Chapada do Marfim



**Fonte:** Soares (2016).

- **Colinas de São Gonçalo**

Essa unidade de paisagem está predominantemente inserida na formação Serra Grande ,89% da unidade de paisagem, 10% da unidade esta inserida na formação Pimenteira e 1% desta compreende a formação Cabeças. Há também o predomínio nos seus 216,6 km<sup>2</sup> de aproximadamente 77% de áreas com declividade variando entre 0 a 3%, sendo assim classificadas como áreas planas, outros 21% são áreas suavemente onduladas com declividade variando de 3 a 8%, as áreas moderadamente onduladas representam 1,2% da área total da unidade de paisagem e 0,1% dessa unidade apresentou declividades que chegam a 20%, sendo assim consideradas como áreas onduladas.

Com relação a altimetria da unidade de paisagem 50,3% da mesma apresentou algo em torno de 280 a 330 metros, outros 28% apresentaram de 230 a 280 metros; 16% da unidade apresentou de 330 a 380 metros e 5% da área apresentou cotas altimétricas que variaram de 188 a 230 e apenas 0,7% da unidade de paisagem Colinas de São Gonçalo apresentou cotas altimétricas que vão de 380 a 430 metros.

Em relação aos níveis de dissecação do relevo, verificou-se para esta unidade que 66,8% da mesma apresentou níveis baixos de dissecação, que 26,6% apresentou níveis médios de dissecação, 4,9% da unidade apresentou níveis altos de dissecação e que 1,75 apresentou níveis muito altos de dissecação. Nessa unidade há também a predominância de associações

de Latossolos Amarelos, os mesmos recobrem 70% da unidade de paisagem os outros 30% são formados por solos Neossolos Litólicos.

Em 155,6 km<sup>2</sup> ou 78% da extensão territorial da mesma há o predomínio da vegetação carrasco, em 12,7% da unidade há a presença de solo exposto, a caatinga aberta ocupa 7,8% da totalidade da unidade de paisagem; as atividades agropastoris são desenvolvidas em aproximadamente 2,7 km<sup>2</sup> algo em torno de 1% da unidade de paisagem em questão, o cerrado denso, os mananciais rios e represas representam juntos 0,5% da área total da unidade de paisagem.

Quanto a vulnerabilidade essa unidade apresentou 68% de sua totalidade com índices médios de vulnerabilidade e 32% com índices altos e muito altos de vulnerabilidade ambiental. Apesar dessa unidade apresentar parte significativa de sua área (77%) com relevo do tipo plano, ser constituída em sua maioria por Latossolos e ter a cobertura vegetal de carrasco de modo predominante, a mesma apresenta altos níveis de vulnerabilidade ambiental dado o fato de ser a unidade de paisagem onde a ação antrópica se faz bastante presente. Vale ressaltar que um dos principais impactos degradante na área é a extração mineral para a construção civil como pode ser visto nas Figuras 29 e 30.

**Figura 29 e 30:** áreas degradadas pela abertura de estradas e pela extração mineral



**Fonte:** Soares (2016).

- **Unidade de paisagem Serra do Retiro**

Há nessa unidade uma composição litológica diversificada sendo que 70% da unidade se encontra inserida na formação Cabeças, 26,5% na formação Pimenteiras e 3,5% na formação Serra Grande. As áreas planas representam 40% de toda a extensão da unidade, as áreas suavemente onduladas correspondem a 31%, ambas são as áreas mais sujeitas ao processo de pedogênese, as áreas mais propícias a morfogênese representam 13,4% desta unidade e são caracterizadas por relevo moderadamente ondulado a ondulado, em 10% da área são encontrados relevos do tipo fortemente ondulado e 5% de áreas com relevo do tipo montanhoso.

A unidade Serra do Retiro em comparação com as demais é a que apresenta os maiores níveis de dissecação do relevo sendo que 30,95% dessa unidade apresenta níveis médios de dissecação, 47,4% apresenta níveis altos de dissecação e 21,7% apresenta níveis muito altos de dissecação do relevo.

As associações de solos nessa unidade são distribuídas em sua extensão territorial da seguinte forma: 45% dos solos da unidade são formados por associações de solos Neossolos Litólicos, 44% por Latossolos Amarelos, 10% por Neossolos Quartzarênicos e 1% dos solos da unidade são formados pelas associações de Argissolos.

Grande parte dessa unidade 80,5% é recoberta pela vegetação de carrasco, as áreas de solo exposto perfazem 7% da área total da unidade, o complexo vegetacional de cerrado denso recobre 5% dessa unidade e as atividades agropastoris são desenvolvidas em uma área de 7km<sup>2</sup>, o que representa 4 % da área total da unidade de paisagem, a caatinga aberta também se apresenta nessa unidade com a representação de 3 % da área total da unidade; já o cerrado aberto somado aos mananciais rios e represas não representam somado nem 0,2% da área total da unidade de paisagem Serra do Retiro.

Há nessa unidade uma predominância de áreas com vulnerabilidade muito baixa (39%), já as áreas com vulnerabilidade baixa representam 9% da unidade de paisagem; as áreas de média vulnerabilidade representam 21% da unidade de paisagem, as áreas com alta vulnerabilidade correspondem a 18% e as com vulnerabilidade muito alta representam 13% da unidade de paisagem. Algumas características dessa unidade podem ser visualizadas por meio da Figura 31.

**Figura 31:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Serra do Retiro



**Fonte:** Soares (2016).

- **Unidade de paisagem Sertão de Dentro**

Essa unidade quanto a sua composição litológica está totalmente inserida na formação Serra Grande. Nesta unidade constata-se o predomínio de áreas planas em torno de 86 % de toda unidade. outros 13,5% é composta por áreas suavemente onduladas, as áreas com declividade acima de 8% não chegam a representar 0,5 % da área total da unidade de paisagem Sertão de Dentro.

Em relação a altimetria verificada na unidade foi possível constatar que 86% da unidade Sertão de Dentro as cotas altimétricas variam de 280 a 330 metros, 8% da unidade apresenta cotas altimétricas que vão de 330 a 380 e 6% da unidade apresenta cotas altimétricas que vão de 230 a 280 metros. Em relação a dissecação do relevo dessa unidade a mesma apresenta em sua totalidade baixos níveis de dissecação.

Em relação aos solos dessa unidade há um predomínio da associação de solos Neossolos Litólicos, estes ocupam 90 % dos solos da unidade, os outros 10% são formados pelas associações de Latossolos Amarelos.

Nessa unidade há a predominância da vegetação de caatinga aberta que recobre 37 % da área total da unidade, acompanhada pela vegetação de carrasco que cobre 35,7 % da área.



Essa unidade é também percentualmente a que apresenta a maior incidência de solo exposto algo em torno de aproximadamente 24,7 % o que equivale a 13 km<sup>2</sup>, as atividades agropastoris são desenvolvidas em 1,3 km<sup>2</sup>, ou 2,4 % de toda a unidade de paisagem Sertão de Dentro.

Essa unidade de paisagem apresenta em sua totalidade índices de vulnerabilidade ambiental alta a muito alta, isso se deve ao fato da alta concentração de solos expostos com afloramento de rochas e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos. Além disso, a vegetação predominante nessa unidade é a caatinga.

Tal situação pode ser melhor compreendida por meio da Figura 32 que traz uma imagem da unidade de paisagem Sertão de Dentro.

**Figura 32:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Sertão de Dentro



**Fonte:** Soares (2016).

- **Unidade de paisagem Vale do rio Capivara**

A unidade de paisagem Vale do rio Capivara esta estabelecida quase que sua totalidade insere-se na da formação Pimenteiras em torno de 95% os outros 5% tem como

embasamento litológico a formação Serra Grande. Quanto ao relevo desta unidade de paisagem a mesma possui 47 % de sua área com relevo plano, as áreas suavemente onduladas correspondem a 33 % da unidade, ambas perfazem 80 % da unidade de paisagem. As áreas moderadamente onduladas representam 14 % da unidade de paisagem, as onduladas representam 4% e as fortemente onduladas e as montanhosas representam apenas 1 % da área total da unidade de paisagem Vale do rio Capivara.

Em relação a altimetria a unidade faz jus ao nome pois apresentar baixas cotas altimétrica, em 80% de sua área as cotas não ultrapassam 230 metros, sendo que as áreas mais elevadas dessa unidade corresponde a apenas 2,4 % da área total da unidade e não ultrapassam os 330 metros. Esta unidade apresenta relevo com baixos níveis de dissecação em 29% da unidade, 62,7% da unidade apresenta níveis altos de dissecação e 8,3% da unidade apresenta um relevo com níveis de alta dissecação.

As associações de solos predominantes nessa unidade de paisagem são os Argissolos que correspondem a 43% dos solos da unidade, em seguida vem os Latossolos Amarelos que representam 32% e os solos NeossolosLitólicos que se fazem presentes em 25% dos solos da unidade de paisagem Vale do rio Capivara.

Nessa unidade há o destaque para vegetação de carrasco que recobre 78 % da unidade, as áreas de solo exposto também tem uma representação significativa de 17 %. Já as áreas onde há a presença da vegetação caatinga se apresentam com pouca representação espacial de 4% da área total da unidade. As atividades agropastoris são desenvolvidas em 1 km<sup>2</sup>, o que representa aproximadamente 1% da unidade de paisagem Vale do rio Capivara.

A unidade de paisagem Vale do rio Capivara apresentou 74% da sua área classificada como de vulnerabilidade ambiental média e 26% com índice de vulnerabilidade ambiental alto a muito alto.

**Figura 33:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Vale do Rio Capivara



**Fonte:** Soares (2016).

- **Unidade de paisagem vale do rio Corrente**

Esta unidade está totalmente inserida na formação Cabeças. Quanto ao relevo a mesma apresenta em geral baixos índices de declividade sendo que 49% de sua área podem ser classificadas como plana, 33% como suavemente ondulado, 13% como moderadamente ondulado e em apenas 5% de toda a área da unidade há áreas classificadas como onduladas.

Em relação a altimetria 31,4% da unidade apresentam cotas altimétricas que vão de 230 a 280 metros, outros 30,8% tem cotas altimétricas que variam de 280 a 330 metros, 18% tem cotas que vão de 330 a 380 metros, 12,4% apresentam cotas que vão de 188 a 230 metros, 4,8% tem cotas que variam de 380 a 430 metros e apenas 2,2 % apresentam cotas altimétricas que variam de 430 a 480 metros.

Nessa unidade verificou-se três classes de níveis de dissecação do relevo sendo elas, nível médio de dissecação que corresponde a 39,2% da unidade, nível alto de dissecação que equivale a 48,2% da unidade e nível muito alto de dissecação que corresponde a 12,6% da unidade de paisagem

Há nessa unidade uma predominância em relação aos solos da associação de solos Neossolos Litólicos os mesmos representam 57% dos solos da unidade, o restante dos solos

da unidade são formados por associações de Latossolos Amarelos com uma representatividade de 40% e a associação de Plintossolos com que ocupam 3% da referida unidade de paisagem

Dos quase 100 km<sup>2</sup> que essa unidade de paisagem ocupa, 42% é recoberto pela vegetação de carrasco, em outros 27,7% há a predominância do cerrado denso e em 16% do cerrado aberto, as áreas de solo exposto representam aproximadamente 10,3% da totalidade da unidade de paisagem, a caatinga aberta tem um representatividade de 2,5% de toda a unidade e as atividades agropastoris são desenvolvidas nessa unidade de paisagem em 1,5% de toda unidade de paisagem.

Esta unidade quanto a vulnerabilidade ambiental apresenta 34% da sua área classificada como de muito baixo nível de vulnerabilidade, 17% foi classificada como de baixo nível de vulnerabilidade, 33% foi classificada como áreas de média vulnerabilidade, 10% como áreas de alta vulnerabilidade e 6% como de muito alta vulnerabilidade ambiental, a figura 34 traz uma mostra dessa unidade.

**Figura 34:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Vale do Rio Corrente



**Fonte:** Soares (2016).

- **Unidade de paisagem Vales Centrais**

A unidade de paisagem em questão está totalmente inserida na formação Cabeças. Quanto ao relevo a unidade de paisagem apresenta 54,6% dos seus 291,4 km<sup>2</sup> de áreas planas, outros 35,6% são áreas suavemente onduladas, 8% de áreas moderadamente onduladas e 1,7% de áreas onduladas, sendo que não há incidência significativa de área montanhosas

As cotas altimétricas predominantes na unidade de paisagem em questão são as de 280 a 380 metros, sendo que 86% da unidade de paisagem está inserida nessa faixa altimétrica, 10% da unidade apresenta as menores cotas altimétricas registradas para todo o município que variam de 188 a 230 metros e 4% da unidade possui cotas altimétricas que vão de 430 a 480 metros.

Na unidade de paisagem Vales Centrais há uma predominância de relevos com níveis médios de dissecação sendo que este corresponde a 63% da unidade de paisagem, as áreas com baixos níveis correspondem a 18% e as com altos níveis de dissecação equivalem a 19% da unidade de paisagem.

Nessa unidade há o predomínio em sua grande maioria de Latossolos Amarelos, perfazendo 68% da totalidade dos solos que compõem a unidade, outros 28% são formados pela associação de solos Neossolos Litólicos e 4% da associação de solos Argissolos.

A vegetação de carrasco se mostra predominante nessa unidade, a mesma abrange aproximadamente 76% de toda a área da unidade de paisagem, posteriormente temos o cerrado denso abrangendo 14% da unidade, as áreas de solo exposto representam 4% da unidade. As atividades agropastoris são desenvolvidas em aproximadamente 5,3 km<sup>2</sup> o que representa 3,5 % da unidade de paisagem Vale Centrais, já as áreas com caatinga aberta representam 2,5% da área total da unidade de paisagem.

Grande parte dessa unidade de paisagem apresenta vulnerabilidade ambiental muito baixa a baixa (70%), outros 28% foi classificada em níveis médios de vulnerabilidade e apenas 5% foi classificado como de nível alto a muito alto de vulnerabilidade ambiental. A figura 35 é representativa desta unidade de paisagem.

**Figura 35:** Imagem fotográfica da unidade de paisagem Vales Centrais



**Fonte:** Soares (2016).

Cada unidade de paisagem com sua extensão territorial e seus atributos já mencionados, foram agrupados e ordenados no Quadro 6, sendo possível por meio de tal quadro compreender como se encontra segmentada a paisagem do município de Milton Brandão e quais as características predominantes de cada unidade de paisagem.

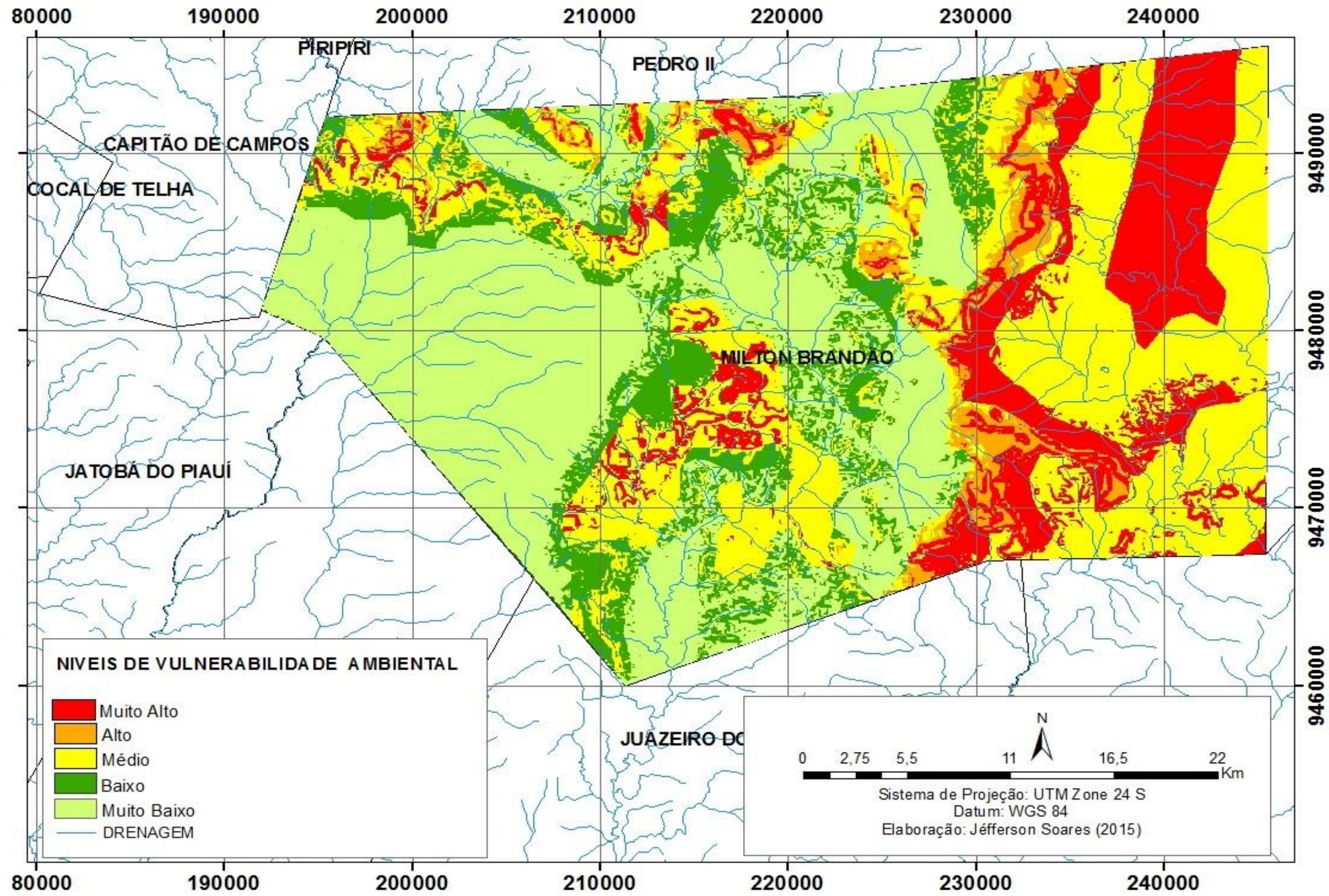
Quadro 6: Quadro comparativo das unidades de paisagem.

UNIDADES DE PAISAGEM	EXTENSÃO TERRITORIAL	DECLIVIDADE	ALTIMETRIA	DISSECAÇÃO/LITOLOGIA	SOLOS	USO E VCOBERTURA DAS TERRAS
CHAPADA DO MARFIM	352 km <sup>2</sup>	70% áreas planas; 25% áreas suavemente onduladas; 3,6% áreas moderadamente ondulada; 1,2% áreas onduladas; 0,2% áreas fortemente onduladas e montanhosas.	60,6% está entre 180-380 metros; 39% está entre 390-480 metros e 0,4 está entre 490-530 metros	58% dissecação baixa; 18% dissecação média; 20% dissecação alta; 4% dissecação muito alta/Está unidade se encontra 100% na formação Cabeças.	75% Ass. Latossolos Amarelos; 21% Ass. Solos Neossolos Litólicos; 4% Ass. Argissolos.	70% Cerrado; 11% Carrasco; 0,5% Ativ. Agropastoris; 1,6% Solo exposto
COLINAS DE SÃO GONÇALO	216,6 km <sup>2</sup>	77% áreas planas; 21% áreas suavemente onduladas; 1,2% áreas moderadamente onduladas; 0,8% áreas onduladas	5% esta entre 188-230 metros; 28% está entre 230-280 metros; 50% está entre 280-330 metros; 16% está entre 330-380 metros; 0,7% está entre 380-430 metros	66,8% dissecação baixa 26,6% dissecação média 4,9% dissecação alta 1,7% dissecação muito alta/89% Formação Serra Grande; 10% Pimenteiras; 1% Formação Cabeças	70% Ass. Latossolos amarelos; 30% Ass. Solos Neossolos Litólicos	78% Carrasco; 12,7% Solo exposto; 7,5% Caatinga; 1% Ativ. Agropastoris
SERRA DO RETIRO	265,3 km <sup>2</sup>	40% áreas planas; 31% áreas suavemente onduladas; 13,4% áreas moderadamente onduladas a onduladas; 10% áreas fortemente onduladas; 5% áreas montanhosas.	1,8% está entre 188-280 metros; 24,7% está entre 280-380 metros; 34,6% está entre 380-480 metros; 37,2% está entre 480-580 metros; 1,7 está entre 580-648 metros.	30,9% dissecação média 47,4% dissecação alta 21,7% dissecação muito alta/ 70% Formação Cabeças; 26,5% Formação Pimenteiras; 3,5% Formação Serra Grande	45% Ass. Solos Neossolos Litólicos; 44% Ass. Latossolos Amarelos; 10% Ass. Neossolos Quartzarênicos; 1% Ass. Argissolos.	80,5% Carrasco; 6% Solo exposto; 6% Cerrado; 4% Ativ. Agropastoris; 3% Caatinga.
SERTÃO DE DENTRO	56,7 km <sup>2</sup>	86% áreas planas; 13,5% áreas suavemente onduladas; 0,5% áreas moderadamente onduladas.	6% está entre 230-280 metros; 86% está entre 280-330 metros; 8% está entre 330-380 metros.	100% dissecação baixa/ 100% formação Serra Grande	90% Ass. Solos Neossolos Litólicos; 10% Latossolos Amarelos	37% Caatinga; 35,7% Carrasco; 24,7% Solo exposto; 2,4% Ativ. Agropastoris
VALE DO RIO CAPIVARA	89,5 km <sup>2</sup>	47% áreas planas; 33% áreas suavemente onduladas; 14% áreas moderadamente onduladas; 4% áreas onduladas; 1% áreas montanhosas.	80% está entre 188-230 metros; 7,6% está entre 230-280 metros; 2,4% está entre 280-330 metros.	29% dissecação baixa; 62,7% dissecação alta; 8,3% dissecação muito alta/ 95% Formação Pimenteiras; 5% Serra Grande.	43% Ass. Argissolos ; 32% Ass. Latossolos Amarelos; 25% Ass. Solos Neossolos Litólicos	70% Carrasco; 17% Solo exposto; 4% Caatinga; 1% Ativ. Agropastoris
VALE DO RIO CORRENTE	99,7 km <sup>2</sup>	49% áreas planas; 33% áreas suavemente onduladas; 13% áreas moderadamente onduladas; 5% áreas onduladas.	43,8% está entre 188-280 metros; 48,85 está entre 280-380 metros; 7,4% está entre 380-480 metros.	39,2% dissecação média; 48,2% dissecação alta 12,6% dissecação muito alta/100% formação Cabeças	57% Ass. Solos Neossolos Litólicos; 40% Ass. Latossolos amarelos; 3% Ass. Plintossolos	42% Carrasco; 43,7% Cerrado; 10,3% solo exposto; 2,5% Caatinga; 1,5 Ativ. Agropastoris
VALES CENTRAIS	291,4 km <sup>2</sup>	54,6% áreas planas; 35,6% áreas suavemente onduladas; 8% áreas moderadamente onduladas; 1,7% áreas onduladas.	10% está entre 188-230 metros; 86% está entre 280-380 metros; 4% está entre 430-480 metros.	18% dissecação baixa 63% dissecação média 19% dissecação alta/ 100% formação Cabeças	68% Ass. Latossolos Amarelos; 28% Ass. Solos Neossolos Litólicos; 4% Ass. Argissolos	76% Carrasco; 14% Cerrado; 4% Solo exposto; 3,5% Ativ. Agropastoris; 2,5% Caatinga.

A figura 36 apresenta o mapa síntese do presente trabalho. O mesmo apresenta a distribuição espacial dos diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental do município de Milton Brandão-PI. Destaca-se que o referido mapa como afirmado anteriormente resultou da combinação de informações distintas, a saber: aspectos litológicos, a declividade, a dissecção, a altimetria, o uso e cobertura da terra e a pedologia, a partir da metodologia de Crepani (2001).



Figura 36: Mapa de vulnerabilidade ambiental



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar a paisagem do município de Milton Brandão-PI, por meio dos seus atributos físicos, biológicos e antrópicos, foi possível constatar que a mesma pode ser segmentada em unidade a saber: Serras do Retiro, Vales Centrais, Colinas de São Gonçalo, Sertão de Dentro, Chapada do Marfim, Vale do Rio Capivara, Vale do Rio Corrente e Mata do Pau D'arco.

Cada uma das referidas unidades apresentam características peculiares que a individualizam e que foram cruciais para o processo de segmentação da mesma, é claro que seus limites não são absolutos, o próprio Bertrand (1972) ressaltou a dificuldade na definição da “fronteira” entre as unidades de paisagem, isto se deve ao fato de que muitas vezes na natureza a paisagem não apresenta um corte abrupto, muito pelo contrário por vezes esse limite entre as unidades é marcado por uma área de transição, onde cabe ao geógrafo ou ao pesquisador o trabalho de definir onde uma unidade começa e onde ela termina, sendo assim a definição de unidades de paisagem se reveste de um caráter subjetivo, e de fato é, apesar de nos abraçarmos de um método positivista na busca de resultados precisos e objetivos o zoneamento da paisagem se reveste de subjetividade.

Ora tal explanação faz todo sentido, pois o método lhe leva a compreender as características da paisagem e como seus elementos se encontram entrelaçadas. Ora se segundo Passos (2013) a paisagem é um mosaico, o método nos auxilia a compreendermos como as peças estão ordenadas e qual a sua posição, entretanto a definição do formato, limites, dessas peças cabe ao geógrafo ou pesquisador, e claro tal definição se reveste de discricionariedade, contudo uma discricionariedade limitada por um pequeno espaço que o método científico concedeu.

Os resultados aqui obtidos buscaram uma aproximação da realidade dos fatos, sendo que um dos principais resultados dessa pesquisa foi confeccionar o mapeamento das unidades de paisagem do município e ainda o mapeamento da vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem existentes no município de Milton Brandão.

Os dados indicaram que quanto a vulnerabilidade ambiental a unidade de paisagem Chapada do Marfim apresentou 63% da sua área incluída no nível de muito baixa vulnerabilidade; 20% no nível de baixa vulnerabilidade; 12% no nível de média vulnerabilidade e as áreas de alta a muito alta vulnerabilidade ambiental somadas chegam a 5% da área total da referida unidade de paisagem. A unidade de paisagem

Mata do Pau D'arco tem toda sua extensão territorial incluída nos níveis de muito baixa a baixa vulnerabilidade ambiental; A unidade de paisagem Colinas de São Gonçalo apresentou 68% de sua totalidade com índices médios de vulnerabilidade e 32% com índices altos e muito altos de vulnerabilidade ambiental; Na unidade Serra do Retiro houve uma predominância de áreas com vulnerabilidade muito baixa algo em torno de 39%, e as áreas com vulnerabilidade baixa representaram 9% da unidade de paisagem; as áreas de média vulnerabilidade representaram 21% da unidade de paisagem. Já as áreas com alta vulnerabilidade corresponderam a 18% e as com vulnerabilidade muito alto representaram 13% da referida unidade de paisagem; A unidade de paisagem Sertão de Dentro apresentou em sua totalidade índices de vulnerabilidade ambiental alto a muito alto; A unidade de paisagem Vale do rio Capivara apresentou 74% da sua área classificada como de vulnerabilidade ambiental média e 26% com índice de vulnerabilidade ambiental alta a muito alta; a unidade Vale do rio Corrente apresentou 34% da sua área classificada como de muito baixo nível de vulnerabilidade, 17% foi classificada como de baixo nível de vulnerabilidade, 33% foi classificada como áreas de média vulnerabilidade, 10% como áreas de alta vulnerabilidade e 6% como de muito alta vulnerabilidade ambiental e a unidade Vales Centrais apresentou vulnerabilidade ambiental muito baixa a baixa em quase toda sua extensão em torno de aproximadamente 70%, outros 28% foram classificados em níveis médios de vulnerabilidade e apenas 5% foi classificado como de nível alto a muito alto de vulnerabilidade ambiental.

Foi possível constatar que grande parte do município apresenta de muito baixa a baixa vulnerabilidade ambiental principalmente nas áreas de chapadas onde há um predomínio da vegetação de Cerrado e do Carrasco além dos solos em sua maioria serem classificados como Latossolos.

Tais áreas são as mais indicadas com as devidas correções do solo para a agricultura, entretanto, um agravante para o desenvolvimento da agricultura é a ausência de rios perenes e a pouca disponibilidade hídrica, fato verificado em quase todo o município, além do baixo índice de mecanização e de insumos empregados na agricultura no município de Milton Brandão-PI. Dessa forma as áreas de chapada que em grande parte apresentam uma vegetação lenhosa, seriam recomendadas para o manejo florestal controlado e para o desenvolvimento da agricultura de subsistência como de fato já ocorre.

Já as unidades de paisagem onde foi evidenciado alto a muito alto nível de vulnerabilidade ambiental, indica-se que as mesmas destinem-se a preservação e ao

ecoturismo, já que em grande parte delas há a presença de morros e bordas de patamares estruturais de um valor cênico ainda não mensurado, contudo existente e observado durante a pesquisa. Tal preservação consorciada com a atividade do ecoturismo também se justifica dado o fato de terem sido estas áreas, indicadas como de média a muito alta vulnerabilidade onde se encontram o curso dos principais rios do município.

Dessa forma o presente trabalho buscou por meio da determinação da vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem do município de Milton Brandão-PI subsidiar o ordenamento territorial do município, de modo a orientar ações e intervenções por parte do poder público com vistas ao desenvolvimento sustentável do área de estudo.

## Referencias

AB'SABER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropicos al.** Instituto de Geografia, USP, (geomorfologia, nº 53), São Paulo, 1977.

\_\_\_\_\_. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, São Paulo. Ateliê Editorial, 2003.

ALEKSANDROVA, T. D; PREOBRAZHENSKII, V. S. (ed.). **Fundamentos geocológicos da la proyección y la planificación de la URSS**, Moscou, 1988.

ALVES, C. D. **Mudanças da cobertura e uso da terra decorrente da expansão da cana-de-açúcar utilizando dados TM MODIS com análise orientada a objeto.** – São José dos Campos, INPE, 2011.

AQUINO, C. M. S; OLIVEIRA, J. G. B. **Emprego do método de Thornthwaite&Mather (1955) para cálculo do balanço hídrico climatológico do núcleo de degradação de São Raimundo Nonato-Piauí.**Revista Brasileira de Geografia Física V. 06, N. 01 (2013).

AQUINO, C. M. S. **Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí.** 2010. 238 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós- Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas.** Tradução Francisco M. Guimarães. Petrópolis, RJ: Vozes, 1973.

BERTRAND,G. **Paisagem e geografia física global - esboço metodológico.** *Cadernos de ciências da Terra*, n. 13, São Paulo: IGEOG-USP, 1972.

BERTRAND, Claude e Georges. **Uma Geografia Transversal e de Travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades.** PASSOS, Messias Modesto dos (Tradução e organização). Maringá. Ed. Massoni, 2007.

\_\_\_\_\_. **Une géographie traversière. L'environnement à travers territoires et temporalites.** Paris : Éditions Arguments, 2002, 311p.

BRASIL. **Constituição Federal, coletânea de legislação de direito ambiental.** MEDAUAR, O. (org). 3. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

\_\_\_\_\_.Instituto Nacional de Metereologia. **Agricultura.** <http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>, acesso em: 14 jan. 2015.

CARDOSO, Evaldo Luís. OLIVEIRA, Henrique de. **Sugestões de Uso e Manejo dos Solos do Assentamento Urucum, Corumbá-MS. Corumbá:** Embrapa, 2002, 4 p., (circular técnica,34).Disponível em:<[http://www.verdegrande.cbh.gov.br/planobacia/20110225\\_PRHV\\_erdeGrandeRelatorioSintese.pdf](http://www.verdegrande.cbh.gov.br/planobacia/20110225_PRHV_erdeGrandeRelatorioSintese.pdf)> Acesso em: 20 de abril. 2015.

CÂMARA, G.; DAVES, C. **Arquitetura de sistemas de informação geográfica.** In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARRIJO, M. G. G. **Vulnerabilidade ambiental: o caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari.** 2005. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2005.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Editora Contexto, 1991.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CORRÊA, Roberto Lobato. ROSENDHAL, Zeny. **Paisagem, tempo e cultura.** 2 ed. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2004.

CREPANI, E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicados ao zoneamento ecológico-econômico.** São José dos Campos: INPE, 1996. 124p.

\_\_\_\_\_. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001. 124p. Edson el al

CRUZ, Olga. **A geografia física, o geossistema, a paisagem e os estudos dos processos geomorficos.** São Paulo, 1985. p. 53 – 64 Boletim de geografia teórica (simpósio de geografia física aplicada).

DEFFONTAINES, J. P. **Analyse du paysage et étude regionale des systèmes de production agricole. Economie Rurale,** Paris, v. 98, n. 1, p.3-13, oct./dec. 1973.

DIAS, J. e SANTOS, L. **A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural.** Confins [Online], 1 | 2007

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FAISSOL, S. **Planejamento e geografia: exemplos da experiência brasileira.** Revista brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, ano 50, número especial, t.2, 1-1 50, 1988.

FERNANDES, A. **Vegetação do Piauí (Conferência). In: XXXII CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA.** 1981. Teresina, PI– Brasil. Anais.

\_\_\_\_\_. **Temas fitogeográficos I – Deriva Continental; II – Conjunto vegetacional Cearense; III – Manguezais Cearenses.** Ed. Estylus Comunicações. 1994.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil.** Fortaleza: Stylus Comunicações. 1990. 205p.

GOMES, Edvânia Torres Aguiar. **Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica.** (tese de doutorado) São Paulo: Universidade de São Paulo (Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas), 1997.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro, IBGE, 1993.

GRIGIO, A. M. **Evolução da paisagem do baixo custo do Rio Piranhas-Assu (1988-2024):** Uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros. 2008. 205f. Tese (Doutorado em Geodinâmica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra,** 2º ed., Rio de Janeiro, 2006.

KLAIS, T. B. A.; DALMAS, F. B.; MORAIS, R. P.; ATIQUÊ, G.; LASTORIA, G.; PARANHOS FILHO, A. C. **Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté,** v. 7, n. 2, p. 277-290, 2012.

LUETZELBURG, P. Von. **Estudos botânicos no Nordeste.** Rio de Janeiro: Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, 1922-1923.108p.

MONBEIG, P. **O estudo geográfico das cidades.** Revista do arquivo municipal de São Paulo- Ano VII – Volume 73 – Janeiro, 1941.

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistema: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000.

MOURA, Danieli Veleza; SIMÕES, Christian da Silva. **A evolução histórica do conceito de paisagem.** Revista Ambiente e Educação volume 15, 2010.

NEEF, E. (1967) **Die theoretischen Grundlagen der Landschaftlehre.** Leipzig, Gotha.

\_\_\_\_\_(1970)**Zu einigen Fragen der vergleichenden Landschaftsoekologie.Geographische Zeitschrift, Leipzig, 58(3): 161-175.**

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. 2a. ed. Presidente Prudente/SP: PPGE, 2003. v. 1000. 302p

\_\_\_\_\_. **Paisagem E Meio Ambiente**. 1A. ed. MARINGÁ: EDUEM, 2013. v. 1000. 220p.

RAMALHO FILHO, Antonio.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente. **A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica**. Fortaleza. Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 01, numero 01, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A.P.B. **Geocologia das Paisagens. Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia, n. 6. FFLCH-USP, 1992, p. 17-29.

\_\_\_\_\_. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP, n. 8, p. 63-74, 1994.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia aplicada aos EIA-Rimas**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p. 291-336.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5 ed. São Paulo: Contexto, 2000.

SAMPAIO, T. V. M. **Índice de Concentração de Rugosidade (ICR): uma proposta para o mapeamento morfométrico via emprego de Geotecnologias**. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa-MG, 2009.

SILVA, Mauro Henrique Soares da. **A análise da Paisagem do Pantanal da Nhecolândia : estudo de caso das lagoas salitradas sob a perspectiva do Modelo GTP (Geossistema - Território – Paisagem)** / Mauro Henrique Soares da Silva. - Presidente Prudente : 2012.

SILVA, Cassio Roberto da. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_brasil.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf) Acesso em: 07 fevereiro de 2015.

SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, 1977.

\_\_\_\_\_. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. *Biogeografia*, nº. 14, São Paulo: IGEOG-USP, 1978.

SOUZA, L. F. SAMPAIO, T. V. M. **Aplicação do índice de concentração da rugosidade à identificação de classes de dissecação do relevo: uma proposta de quantificação e**



**automatização em ambiente SIG.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

SUDENE. (1990). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste:** Estado do Piauí.

SUDENE. (1990). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste:** Estado do Ceará. .

SUDENE. (1990). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste:** Estado do Piauí.

SUDENE. (1990). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste:** Estado do Ceará.

TAGLIANI, C. R. A. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informação.** In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos Campos: INPE, 2003.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.

TRUEBA, Juan José González. **Carl Troll y la geografía del paisaje: vida, obra y traducción de un texto fundamental.** Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles- nº 59. 2012.

TRICART, J. **La Tierra, planeta viviente.** Madrid: Akal, 1981.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.. **The Water Balance** - Publications in Climatology. N. Jersey: Centerton, v. 8, n. 1, 1955.

TUCCI, C. E.M. **Hidrologia:** ciência e aplicação- 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidades/UFRGS: ABRH, 2001.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.. **The Water Balance** - Publications in Climatology. N. Jersey: Centerton, v. 8, n. 1, 1955.

UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification.** Nairobi, 1991.