



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARCOS VINÍCIUS DE CARVALHO MARTINS

**ESTRATIFICAÇÃO GEOAMBIENTAL DA APA “SANTUÁRIO ECOLÓGICO DA
PEDRÁ BRANCA” E ENTORNO, MUNICÍPIO DE CALDAS-MG**

Prof. Bruno Araujo Furtado de Mendonça
Orientador

SEROPÉDICA-RJ
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARCOS VINÍCIUS DE CARVALHO MARTINS

**ESTRATIFICAÇÃO GEOAMBIENTAL DA APA “SANTUÁRIO ECOLÓGICO DA
PEDRA BRANCA” E ENTORNO, MUNICÍPIO DE CALDAS-MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Bruno Araujo Furtado de Mendonça
Orientador

SEROPÉDICA-RJ
2018

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, baluartes e exemplos em minha vida;
à minha cidade, onde nasci e fui criado;
às suas futuras gerações; e
ao meio ambiente,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A meu Deus, energia cósmica que me mantém em pé e sustenta meu ser, seja nas horas mais íntimas de aflições ou das bênçãos conseguidas;

Às pessoas mais importantes de minha existência, principais motivações para almejar a obtenção de uma vida melhor, os quais tanto se sacrificaram para prover o melhor que puderam a mim e minha irmã, meus amados pais:

José Roberto Borges Martins, o “Zé Cocó”, meu herói e maior exemplo de humildade, retidão de caráter e resistência às adversidades, meu pai; e

Ana Maria de Carvalho Martins, a “Ana Lambreta”, a mulher de minha vida; por diversos porquês, a figura representativa do amor de alma, meu maior tesouro e razão de existir, minha mãe;

À minha amada irmã, Amanda de Carvalho Martins, a “Mimã”, por ser o brilho de meus olhos em sua autenticidade e irreverência, que amei desde o primeiro dia que vi entrando bebezinha pela porta de casa;

A minhas primas, Karla e Ana Paula, “Karinha” e “Ana”, que me ajudaram nos momentos em que mais precisei;

Ao meu namorado, Maicon Silva dos Santos, “Bilinha”, por ter sido o maior companheiro desde que nos conhecemos e por quem renovo a paixão dia após dias;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, “Rural”, por todos esses anos de ensino de qualidade, auxílios moradia e alimentação, fundamentais para minha permanência até o fim desta jornada da graduação, por meio da qual me torno o primeiro integrante de minha família graduado por uma Universidade pública;

Ao meu orientador, prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça, por dispensar seu tempo para me auxiliar em tudo de que necessitei, estando sempre disponível e solícito, com a sua considerável paciência para explicações;

Aos meus colegas do curso de Engenharia Florestal, “floresteiros”, tanto de minha turma, os Curumins, quanto das demais, com quem passei ótimos momentos ao longo das muitas matérias, provas e trabalhos, pessoas essas que sempre estarão guardadas em minhas melhores lembranças.

“Estamos diante de um momento crítico na história da Terra, numa época em que a humanidade deve escolher o seu futuro, formando uma aliança global para cuidar da Terra e uns dos outros, ou arriscar a nossa destruição e a diversidade da vida.”

(Carta da Terra)

RESUMO

A proteção e conservação dos recursos naturais, tanto com respeito à sua preservação integral quanto para seu uso de modo racional e sustentável, são responsáveis pela preocupação dos Estados em elaborar leis para a criação de áreas protegidas. As Unidades de Conservação (UC) fazem parte destas áreas, com funções e objetivos diversos, todos esses estabelecidos em um Plano de Manejo, instrumento obrigatório e indispensável para a gestão adequada de seus recursos naturais. Nessa perspectiva, foi criada a Área de Proteção Ambiental “Santuário Ecológico da Pedra Branca” (ASEPB), no município de Caldas, sul do estado de Minas Gerais, estabelecida por meio do Decreto Municipal Lei nº 1.973, de 29 de dezembro de 2006. Essa UC, classificada na categoria de Uso Sustentável, não apresenta até então Plano de Manejo. Para tanto, faz-se necessária a obtenção de informações que correlacionem as características físicas do local, como solo, geologia e usos e coberturas da terra, a fim de que se possa contribuir como subsídio para a gestão da UC. Sendo assim, o presente trabalho teve como principal objetivo identificar, caracterizar e mapear os diversos geoambientes que compõem a paisagem da ASEPB e seu entorno. Para isso, os materiais utilizados foram bases cartográficas da área obtidas de dados secundários sobre solo e geologia, além da produção do mapa de usos e coberturas da terra através de imagens do sensor OLS do satélite Landsat 8 processadas por meio do software ArcGis 10.1, e a metodologia aplicada foi a classificação supervisionada do uso e cobertura da terra e a estratificação geoambiental da paisagem. Como resultados, tem-se a classificação supervisionada obtida com índice Kappa de excelente qualidade (89%), além de terem sido identificadas, caracterizadas e mapeadas 22 unidades geoambientais. Por meio da interpretação das informações obtidas, concluiu-se que o fator mais expressivo na diferenciação dos geoambientes foi o litotipo sobre o qual se desenvolveram. As Unidades ao centro da UC, formadas sobre os Sienitos Pedra Branca, por serem as de maior altitude e declividade acentuada, apresentam solos mais rasos e, por conseguinte, devem ser prioritariamente protegidas, a fim de que se mantenha a integridade da paisagem e seus serviços ecossistêmicos preponderantes. As Unidades Geoambientais da região Leste, onde predomina o litotipo Complexo Granítico-Gnáissico em altitudes e declividades medianas, apresentam áreas com aptidão para agricultura. Já as Unidades a Oeste, de altitude e declividade medianas, com solos mais desenvolvidos, são mais propícias à silvicultura, onde se encontra o litotipo Complexo Alcalino de Poços de Caldas. Por fim, este trabalho pode ter considerável relevância, ao servir como base de dados de grande utilidade para a elaboração do Plano de Manejo da ASEPB, instrumento este obrigatório e de suma importância para a gestão sustentável dessa UC e dos recursos naturais que integram sua paisagem.

Palavras-chave: Unidade de Conservação, Geoambientes, Paisagem, Sistema de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The protection and conservation of natural resources, both with respect to their integral preservation and their use in a rational and sustainable manner, are responsible for States' concern to draft laws for the creation of protected areas. Units of Conservation (UC) are examples of these areas, with peculiar functions and objectives, all of them purposed by a Management Plan, a mandatory and indispensable instrument for the proper management of their natural resources. Thus, the APA "Santuário Ecológico da Pedra Branca" (ASEPB) was created in Caldas, a municipal district in southern state of Minas Gerais, established by Municipal Decree Law N° 973 of December 29, 2006. This UC is classified in the category of "Sustainable Use" and, until the present moment, it there is not a Management Plan. Therefore, it is necessary to obtain information that correlates the physical characteristics of the site, such as soil, geology and uses and land cover, in order to contribute to this task. In such case, the main objective of this work was to identify, characterize and map the different geoenvironments that compose the ASEPB' landscape and its surroundings. For this, the materials used were cartographic bases of the area obtained from secondary data on soil and geology, in addition to the production of land uses and coverings through OLS sensor images of Landsat 8 satellite processed through ArcGis 10.1 software, and the methodology applied was the geoenvironmental stratification of the landscape. As a result, 22 different geoenvironmental units were identified, classified and mapped. Through the interpretation of the obtained information, it was concluded that the most expressive factor in the differentiation of geoenvironments was the litotipo on which they were developed. The Units at the center of the PA, formed on the Sienitos Pedra Branca, because they are the ones with the highest altitude and marked slope, have shallower soils and, therefore, must be protected in priority, in order to maintain the integrity of the landscape and its ecosystem services. The geoenvironmental units of the eastern region, where the lithotype of the Complexo Granítico-Gnáissico predominates in median altitudes and slopes, present areas with aptitude for agriculture. On the other hand, the Units in the West, of medium altitude and slope, with more developed soils, are more propitious to Silviculture, where the lithotype Complexo Alcalino de Poços de Caldas is located. Finally, this work can have relevance, as it serves as a very useful data base for the elaboration of the ASEPB Management Plan, an instrument that is mandatory and extremely important for the sustainable management of this UC and the natural resources that integrate their landscape.

Keywords: Unit of Conservation, Geoenvironments, Landscape, Geographical Information System.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. GERAL	3
2.2. ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. Unidades de Conservação (UC)	3
3.1.1. Área de Proteção Ambiental (APA)	6
3.2. Ecologia da Paisagem	7
3.3. Unidades Geoambientais	9
3.4. Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1. Área de Estudo	11
4.1.1. Município de Caldas e Região	12
4.1.2. APA Municipal “Santuário Ecológico da Pedra Branca” (ASEPB)	13
4.2. Base de Dados	15
4.2.1. Solos	15
4.2.2. Geologia	16
4.2.3. Classificação dos Usos e Coberturas da Terra	18
4.3. Estratificação das Unidades Geoambientais da ASEPB	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1. Classificação dos Usos e Coberturas da Terra	22
5.2. Geoambientes	26
5.3. Descrição Geral das Características das Principais Unidades Geoambientais da ASEPB	39
5.3.1. Unidades Geoambientais sobre Complexo Granítico-Gnáissico	39
5.3.2. Unidades Geoambientais sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas	41
5.3.3. Unidades Geoambientais sobre Sienitos Pedra Branca	43
6. CONCLUSÕES	48
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

A preocupação principal que levou os Estados à criação das primeiras áreas naturais protegidas por lei, ao delimitar em seus territórios as chamadas Unidades de Conservação (UC), de modo geral, dizia respeito à proteção e conservação dos recursos naturais de seus diversos ecossistemas (SCHENINI et al., 2004). Essa preocupação ainda existe nos dias atuais.

A existência dessas UC é importante por diversos fatores, podendo-se citar a preservação integral dos recursos naturais, bem como sua utilização de modo sustentável, isto é, o uso que considera a continuidade de tais recursos às gerações futuras com quantidade e qualidade suficientes para que possam deles usufruir (BRASIL, 2000).

Partindo dessa perspectiva, a Área de Proteção Ambiental (APA), uma categoria de UC de Uso Sustentável, é um dos instrumentos legais utilizados pelo Poder Público brasileiro com a finalidade de proteger parte do território, seja em âmbito municipal, estadual ou federal, ressaltando-se o uso sustentável dos recursos naturais encontrados em uma determinada área, segundo os objetivos específicos expressos pela Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (BRASIL, 2000), pelo decreto de sua criação, bem como pelo que se permite em seu Plano de Manejo.

Nesse sentido, a Área de Proteção Ambiental “Santuário Ecológico da Pedra Branca” (ASEPB), situada no município de Caldas, sul do estado de Minas Gerais, contando com uma área de 11.955,433 ha, foi criada por meio do Decreto Municipal Lei nº 1.973, de 29 de dezembro de 2006.

Assim como observado pelos estudos de Euclides & Magalhães (2006), detectam-se, em relação ao planejamento das Unidades de Conservação do estado de Minas Gerais, problemas de diversas origens, tais como falhas na disponibilidade de dados acerca das características físicas e biológicas das áreas, bem como de infraestrutura, além da inexistência, em muitas delas, de seus Planos de Manejo, o que se traduz como grande empecilho para a eficiência da gestão dessas UC.

Ainda que seja uma UC de nível municipal, a ASEPB compartilha dessas problemáticas, como a ausência de Plano de Manejo, além de sofrer diversos impactos provenientes das ações antrópicas, tanto para fins de agropecuária quanto principalmente para as atividades de mineração, bem como a ocorrência de

incêndios florestais, para os quais não há sequer um Plano de Prevenção e Controle.

Nesse sentido, justifica-se a importância da criação de um banco de dados consistente acerca da paisagem da ASEPB, para o qual se faz necessária a elaboração do mapeamento das diversas características físicas de sua paisagem em unidades geoambientais (SCHAEFER, 1997; DIAS et al., 2002). Com esse procedimento, pode-se contribuir como uma referência segura na construção adequada do Plano de Manejo da UC e, assim, na eficácia de tomadas de decisão por seus gestores quanto ao uso sustentável dos recursos naturais de cada uma das regiões de sua paisagem.

Ao se proceder a caracterização dos processos geoambientais, observa-se a confluência de alguns fatores em uma paisagem, como o uso e cobertura da terra, os solos e a geologia, podendo ainda incluir aspectos socioeconômicos e ecogeográficos. De posse dessas informações, obtêm-se dados de grande utilidade para a gestão e planejamento dos territórios, assim como para a estruturação de diversas atividades relacionadas à utilização dos recursos naturais de determinada paisagem (SCHAEFER et al., 2000).

Logo, o uso desse modelo contribui para a aplicação prospectiva do sensoriamento remoto em estudos da paisagem, com a finalidade de acompanhar e compreender os processos ecossistêmicos que atuam em âmbitos regional, continental e global. Os descritores da estrutura de uma paisagem, identificados por dados de imagens de satélite, propiciam o entendimento das mudanças nas condições ambientais dos ecossistemas, sendo por isso importante proceder a compartimentalização de suas diferentes unidades geoambientais (SCHAEFER et al., 2000).

Portanto, a obtenção de dados que facilitem o entendimento das dinâmicas e características físicas da paisagem da APA “Santuário Ecológico da Pedra Branca” em unidades geoambientais é uma necessidade atual iminente para essa UC. Nesse sentido, tal procedimento torna-se indispensável ao norteamento de sua gestão, a partir do planejamento consciente e eficaz da utilização de seus recursos naturais.

Ademais, cabe ressaltar que, no entorno da ASEPB, existem áreas florestadas que ainda não são protegidas por lei, apesar de também apresentarem influência e contribuírem para a manutenção tanto da fauna como da flora regional. Desse modo,

essas áreas apresentam grande interesse ambiental para a manutenção dos recursos naturais encontrados em toda a sua extensão e, por isso, integram os estudos deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi o de identificar, caracterizar e mapear as unidades geoambientes que compõem a paisagem da APA “Santuário Ecológico da Pedra Branca” (ASEPB) e seu entorno, utilizando-se da metodologia de estratificação geoambiental, a fim de se obterem dados que subsidiem de modo consistente as estratégias de manejo e utilização sustentável dessa UC, além de contribuir para a proposta de sua ampliação para o nível de gestão Estadual.

2.2. ESPECÍFICOS

- Obter as bases de dados sobre os fatores pedogeomorfológicos da ASEPB e entorno;
- Realizar a classificação do uso e cobertura da terra da ASEPB e entorno;
- Elaborar o Modelo Digital de Elevação e de Declividade da ASEPB e entorno;
- Identificar e descrever as principais Unidades Geoambientais que compõem a paisagem da ASEPB e entorno.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Unidades de Conservação (UC)

De acordo com o IBAMA (2004), "as áreas protegidas existem desde o ano 250 a.C., quando na Índia já se protegiam certos animais, peixes e áreas florestadas". Entretanto, somente no final do século XIX foi legalmente estabelecida a primeira Unidade de Conservação no mundo, a partir do conceito de áreas naturais protegidas: o Parque Nacional de Yellowstone, nos EUA, em 1872, prevalecendo, neste caso, a perspectiva preservacionista, a qual considerava a constituição de parques como o principal meio de assegurar as condições ambientais dessas áreas dos efeitos deletérios do desenvolvimento urbano-industrial (VALLEJO, 2002).

Essa experiência foi posteriormente replicada por diversos países, mas somente em 1916 consolidaram-se as bases conceituais para a criação e manejo dessas primeiras Unidades de Conservação (VALLEJO, 2002). No entanto, percebeu-se a necessidade da existência de áreas protegidas que também pudessem servir aos anseios, principalmente econômicos da sociedade civil, a partir do uso sustentável dos recursos naturais, que não se restringissem apenas à perspectiva da proteção de uma natureza intocável (Idem, ibdem).

No início do século XX, o IBAMA (2004) afirmava a existência de aproximadamente 10 mil unidades de conservação ao redor do mundo, abrangendo aproximadamente 900 milhões de hectares, distribuídas em 150 países. No Brasil, atualmente, segundo o MMA (2017, apud ICMBIO, 2018), existem 327 UC federais distribuídas por todo o País, somando mais de 70 milhões de hectares, cerca de 10% do território nacional.

Assim, com a criação do Sistema Internacional de Áreas Naturais Protegidas, estabeleceu-se a padronização do conceito de Unidades de Conservação, as quais, segundo IUCN (2008), podem ser apreendidas como espaços territoriais bem definidos, reconhecidos e geridos por meio de instrumentos legais e que objetivam a proteção e/ou conservação, ao longo prazo, da natureza, bem como de seus serviços ecossistêmicos e valores culturais associados.

Quanto ao Brasil, as categorias de manejo das Unidades de Conservação encontram-se atualmente em consonância com os critérios propostos em nível internacional (PELLIZZARO et al., 2015). Assim, as UC brasileiras, sejam de âmbito municipal, estadual ou federal, vêm sendo implantadas no território nacional desde o século passado, no intuito de assegurar a proteção dos recursos naturais ou ainda propiciar às comunidades envolvidas o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis em seu interior ou entorno (IUCN, 2008).

De acordo com o MMA (2018), é notável a importância da existência das UC brasileiras, pois elas são as principais responsáveis pela preservação do meio ambiente desde o início da década de 30 do século passado, quando foi criada a Floresta Nacional de Lorena, em São Paulo. Depois disso, houve aumento significativo das áreas protegidas por meio de UC, tanto no território continental quanto no marinho.

Depois da criação da Floresta Nacional de Lorena, foi criado em 1937 o primeiro Parque Nacional brasileiro, o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro. Este

parque foi criado tendo como base o Código Florestal de 1934, já que ainda não havia uma legislação voltada especificamente à criação e gestão dessas áreas protegidas (SCHENINI, 2004).

Quase uma década depois, com estudos e propostas e a consequente tramitação no Congresso Nacional, somente em 2000 foi criado o SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação, instrumento legal promulgado no Brasil por meio da Lei 9.985 (BRASIL, 2000). A partir dele, definiram-se os princípios, diretrizes de gestão e permissividades de cada UC, bem como o conceito utilizado em nosso País sobre essas áreas protegidas pelo Estado. Assim, toda UC no Brasil deve ser compreendida como:

“espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.” (BRASIL, art.2º, I, 2000).

O SNUC foi criado com finalidades específicas para o estabelecimento, planejamento e gestão de UC ao longo do território nacional, que devem levar em consideração o tripé da sustentabilidade, relacionado à integração dos âmbitos social-econômico-ambiental, dentre as quais podem ser citadas:

“contribuir para a manutenção da diversidade biológica e recursos genéticos dos territórios nacionais; proteger espécies ameaçadas de extinção; proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica e as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos; favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico; proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente” (Idem, art. 4º).

Assim, o SNUC dividiu as Unidades de Conservação (UC) em dois grandes grupos, cada qual com características específicas, sendo eles: I – Unidades de Proteção Integral; e II – Unidades de Uso Sustentável.

Quanto às primeiras, definem-se como aqueles que têm o objetivo principal de “preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nessa Lei”; enquanto as segundas, como

as que objetivam proceder a “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (Idem, Art. 2º), e, com isso, “compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (Idem, art. 7º).

Enquadram-se, pois, cinco categorias de UC ao primeiro grupo, nomeadas de: a) Estação Ecológica; b) Reserva Biológica; c) Parque Nacional; d) Monumento Natural; e e) Refúgio da Vida Silvestre; enquanto ao segundo, sete, nomeadas de: a) Área de Proteção Ambiental (APA); b) Área de Relevante Interesse Ecológico; c) Floresta Nacional; d) Reserva Extrativista; e) Reserva de Fauna; f) Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e g) Reserva Particular do Patrimônio Natural, sendo que cada categoria apresenta características e diretrizes de gestão específicas. (Idem, art. 8º e 14).

3.1.1. Área de Proteção Ambiental (APA)

Essa categoria de UC é classificada como pertencente ao grupo de Uso Sustentável e pode ser constituída tanto por terras públicas quanto privadas, sendo, neste último caso, de responsabilidade do proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

Uma APA é dotada de características naturais, estéticas e culturais importantes para a qualidade de vida e bem-estar das populações. De acordo com o SNUC (2000), considera-se uma APA como:

“uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.”

Para sua gestão, essa UC deve dispor de um “Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente” (Idem, art. 15).

A elaboração do Plano de Manejo para essa UC é uma exigência legal (BRASIL, 2000). Ele consiste em um instrumento regulamentador e normatizador, onde são encontradas as diretrizes e permissividades da gestão do uso sustentável de seus recursos naturais, documento este que tem sua construção sob a responsabilidade de seu órgão gestor.

Para que seja elaborado o Plano de Manejo, há a necessidade de obtenção de dados que norteiem a compreensão da estrutura e dinâmica de sua paisagem, já que se sabe que uma UC pode ser composta, ao longo de toda a extensão de sua paisagem, por áreas com características heterogêneas. Desse modo, a paisagem é formada a partir de diferentes unidades geoambientais, as quais são diferenciadas segundo os padrões singulares de atributos e estruturas, unidades essas que devem ser tomadas como referência para a gestão e planejamento de uma APA (DIAS, 2007).

3.2. Ecologia da Paisagem

Ricklefs (2003), em seu livro “A Economia da Natureza”, define o conceito de paisagem a partir da perspectiva da “Ecologia da Paisagem”, área da Ecologia que diz respeito ao estudo da paisagem a partir da composição e distribuição espacial de seus habitats, observando seus padrões e como estes exercem influência sobre os indivíduos, comunidades e ecossistemas em diferentes escalas espaciais.

Nessa perspectiva, este autor também define o termo “paisagem” como “uma grande área com muitos tipos diversos de habitat”, chamando a atenção para a ideia de que uma paisagem diversa não é apenas aquela que apresenta variedade dos tipos de habitats terrestres e aquáticos nela existentes, mas também se constitui pelas diversas formas por meio das quais esses habitats estão arranjados em um *continuum* (RICKLEFS, 2003).

Desse modo, a paisagem não deve ser vista apenas como uma grande área de terras homogêneas que se individualizam apenas por diferenças visuais, mas que também contenha uma confluência de mosaicos de habitats diversos, os quais se formaram por meio de todos os processos históricos provenientes tanto de eventos naturais quanto do uso e ocupação antrópica de seus territórios ao longo do tempo (METZGER, 2001).

Além disso, ao se estudar uma paisagem, deve-se levar em consideração a existência de uma dinamicidade quanto a sua estrutura, função e padrões espaciais, já que elas são compostas por habitats, comunidades e tipos de uso do solo, os quais também se associam à ação antrópica exercida sobre eles ao longo do tempo (TURNER e GARDNER, 1991). Nesse sentido, em uma paisagem de ecologia espacialmente explícita, entende-se que diferentes tipos de estruturas devem ser considerados, enquanto seus descritores, segundo a teoria da Ecologia da Paisagem, sendo por meio de mosaicos compostos no modelo relacional de mancha-corredor-matriz (METZGER, 2001).

A mancha pode ser definida como uma “superfície homogênea, restrita e não-linear que difere em aparência de seu entorno” (SHAFER, 1990). Esse descritor estrutural varia em tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de borda, além de se encontrar sempre embebida em uma matriz.

A matriz é a unidade que controla a dinâmica da paisagem. Em geral, essa unidade pode ser reconhecida pela sua dominância, isto é, por recobrir a maior parte da paisagem ou por ter um maior grau de conexão de sua área, relacionando-se, assim, ao conceito de conectividade, com papel importante no funcionamento do sistema ecológico, principalmente com relação à maior ou menor permeabilidade de determinadas espécies (BARNES, 2000).

Os corredores, por sua vez, são as “áreas lineares e homogêneas que se distinguem das unidades vizinhas, mas atuam nelas como elos de conectividade”. Nesse sentido, apresentam correlação com as manchas, pois, em conjunto, funcionam na estrutura da paisagem para promover a conectividade (SHAFER, 1990).

Em síntese, esse modelo mancha-corredor-matriz para uma paisagem determinada expressa que, em uma visão de manchas formando mosaicos, haverá o seu elemento dominante e mais extensivo chamado de matriz, que é conectado por meio dos corredores (ODUM & BARRET, 2007). A compreensão e identificação dessa estrutura tem papel preponderante na dinâmica do funcionamento da paisagem, seja em relação ao fluxo gênico de organismos, como fonte de invasores ou como filtro de permeabilidade seletiva (SHAFER, 1990).

Ao serem aplicados os conceitos desse modelo nos estudos de uma paisagem, Metzger (2001) observa que a vantagem gerada deve-se ao fato de eles terem sido deliberadamente projetados para minimizar a necessidade de informações adquiridas somente em campo, ainda que não se possa dispensar a importância da visita *in loco*.

3.3. Unidades Geoambientais

Segundo Dias (2002), o conceito de “geoambiente” refere-se à unidade com homogeneidade de determinados atributos físicos de interesse em uma determinada paisagem. Com esse conhecimento, é possível servir como base de informações necessárias ao planejamento e gestão das UC.

Por meio da análise que considere a individualização das unidades geoambientais que compõem uma paisagem, pode-se compreender a dinâmica dos principais fatores naturais que a constituem, bem como as maneiras por meio das quais o ser humano interferiu e interfere nesses espaços e suas consequências, além de servir como um referencial para a gestão dessa área (LONGLEY et al., 2005).

A ideia de geoambientes integrantes de uma paisagem adota a unidade de paisagem como sinônimo de geossistema, e este, por sua vez, segundo o Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente (IBGE, 2004), deve ser compreendido como “sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e organizados, com estágios de evolução temporal, apresentando mobilidade cada vez maior devida à atuação do homem.” Ou seja, entender a paisagem por meio da ideia de geossistema é concebê-la como resultante de elementos diferenciados e interdependentes com funções específicas, funcionando de modo interconectado.

De modo similar, pode-se tomar a ideia de uma unidade geoambiental como sinônima do conceito de geocossistema, segundo Carl Troll (1997, apud MACIEL & LIMA, 2011), já que a individualização do conjunto de componentes geocológicos integrantes de uma paisagem, como geologia, morfologia, hidrologia, climatologia, pedologia, fauna e flora, são os responsáveis, ao se inter-relacionarem individualmente de modo padronizada, por formar a estrutura dessa paisagem, e sua

compreensão e identificação fornecem informações necessárias para o entendimento da dinâmica de seu funcionamento.

Corroborando essa perspectiva, por meio da particularização da paisagem em unidades geoambientais que apresentam características homogêneas do ambiente natural e de uso e ocupação antrópica de um geocossistemas, Mendonça et al. (2013) observam que, ao se proceder essa análise integrada, obtém-se um banco de dados que contribui sobremaneira para o planejamento ambiental, já que, interpretando-se essas unidades, é possível compreender a peculiar dinamicidade da composição de uma paisagem, relacionando seus componentes naturais com a possível atuação antrópica sobre eles nesse constante processo de transformação dos ecossistemas ao longo do tempo.

Ainda nesse viés, Schaefer et al. (1997) também compreendem os geoambientes como unidades do ambiente físico particularmente homogeneizadores da integração pedogeomorfológica que constitui uma determinada paisagem. Com essa avaliação integrada dos fatores físicos da paisagem em associação com os usos e coberturas da terra, Moraes (2007) afirma que é possível proceder “a delimitação das zonas geoambientais e a caracterização de cada zona quanto à aptidão para o uso da terra.”.

O trabalho de identificação e classificação da estrutura da paisagem a partir de unidades geoambientais, portanto, deve ser apreendido como uma ferramenta essencial enquanto referencial de apoio ao manejo dessas áreas, auxiliando nas tomadas de decisão do uso sustentável de seus recursos naturais. Por meio desse procedimento, ao se observarem as confluências dos aspectos pedológicos, geomorfológicos, geológicos, do uso antrópico e cobertura do solo, pode-se consequentemente compreender a dinamicidade funcional dessa paisagem (SCHAEFER et al., 2016).

Essa tarefa requer o uso de tecnologias que propiciem a facilidade de obtenção e análise das informações sobre essas áreas, o que pode ser obtido por meio do uso do Geoprocessamento e das ferramentas de SIG (MENDONÇA et al., 2013).

3.4. Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Geoprocessamento pode ser compreendido como o conjunto de técnicas computacionais utilizadas com a finalidade de obtenção e tratamento de dados geográficos, além do desenvolvimento e uso de um sistema específico para a manipulação dessas informações, denominado SIG, Sistema de Informações Geográficas (CÂMARA e MEDEIROS, 1998, *apud* CEDDIA et al. 2008).

Davi & Câmara (2001, *apud* FERNANDES et al., 2011) conceituam o SIG como um instrumento utilizado pelo Geoprocessamento para mapear e indicar respostas às várias questões sobre planejamento urbano e regional, meio rural e levantamento de recursos renováveis, descrevendo os mecanismos de mudanças que operam o meio ambiente e auxiliando no planejamento e manejo dos recursos naturais de regiões específicas.

O SIG permite o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial, fazendo o armazenamento e a integração de informações geográficas e permitindo agregar dados de diferentes fontes (por exemplo: imagens de satélite, mapas planialtimétricos, mapas pedológicos, etc.) e de diferentes escalas. A integração dos dados permite a geração de novas informações e mapas temáticos derivados dessas relações (FERNANDES et al., 2011).

O uso do SIG possibilita gerar mapas-síntese e modelos digitais de elevação do terreno, valendo-se de uma base de dados previamente digitalizada. Essa base de dados será composta de várias camadas (*layers*), contendo as informações planimétricas, altimétricas e temáticas. Para a obtenção da carta ou mapa-síntese, são feitas as correlações dos dados de declividade e formas do relevo, tipos de solos, grau de proteção dos solos, tudo de acordo com a cobertura vegetal e tipos de uso da terra (CREPANI et al., 1996).

Segundo Crepani et al. (2001), a partir do momento em que ocorre a integração de dados sobre as imagens de satélite e sua interpretação, há também melhores e mais completos resultados quanto à compreensão do meio ambiente de modo mais holístico.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

4.1.1. Município de Caldas e Região

De acordo com Conforti et al. (2007), Caldas é um município situado na região sul do estado de Minas Gerais, na borda ocidental da Serra da Mantiqueira e de contato com a bacia sedimentar do Paraná, formando um só conjunto morfo-estrutural, sob as coordenadas geográficas 21° 55'S e 46° 23'W (IBGE, 1972).

Esse um município é também mundialmente reconhecido como estância hidromineral de grande valor socioambiental, devido à qualidade terapêutica de suas águas, e por isso sua população vive, em termos econômicos, da atividade turística, além da agropecuária. Nos últimos 20 anos, o município viveu por diversos conflitos sociais internos, ocasionados principalmente pela atividade de mineração, que passou a figurar como de grande importância econômica à sua população, mas a intensificação dessa atividade trouxe preocupação a diversos setores, principalmente àqueles envolvidos com questões ambientais (CONFORTI et al. 2007).

O clima da região onde se encontra o município, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se como mesotérmico (C), isto é, caracterizado por pequenas variações pluviométricas e de temperatura, sendo a predominância ao longo da região do clima Cwb, isto é, mesotérmico de inverno seco, com verões brandos e estação chuvosa no verão. A estação seca ocorre entre os meados de abril ao início de setembro, sendo a maior intensidade atingida no mês de julho. Os meses mais chuvosos estão entre janeiro e fevereiro, enquanto o mais quente apresenta temperatura entre 22°C e 24°C (MORAES, 2007).

Quanto aos solos, segundo classificação realizada pela EMBRAPA (2004, apud MORAES, 2007), predominam nesta região do estado de Minas Gerais os Cambissolos háplicos distróficos, seguidos por Argissolos vermelho-amarelos distróficos e Latossolos vermelhos distróficos. Nos planaltos muito altos e superfícies residuais, em consonância com Moraes (2007), “são frequentes as exposições de maciços rochosos associados a Neossolos saprolíticos”.

Especificamente dentro dos limites da ASEP, por meio do estudo e classificação de solos que se encontra no zoneamento da UC (CONFORTI et al., 2007), observa-se que a pedogênese, em sua maior parte, evoluiu a partir de sedimentação de minerais óxidos que advieram das partes a Leste (alto estrutural) mais altas da paisagem da própria região, havendo afloramentos rochosos de

lajedos e matacões. A região Oeste, isto é, de deposição desses materiais, é classificada como um baixo estrutural.

O relevo, seguindo o levantamento realizado por Moraes (2007), enquadra-se no maciço alcalino dos domínios do Planalto Atlântico, no qual está inserido o Planalto Sul de Minas, que se divide em três principais unidades morfológicas: superfície do alto Rio Grande, planalto de São Pedro de Caldas e planalto de Poços de Caldas. Na superfície do alto Rio Grande, a topografia é ondulada, com altitudes aproximadas de 900 metros. O planalto de São Pedro de Caldas, a Sudoeste, é formado por relevo bastante movimentado, com cotas de até 1.500 metros. No planalto de Poços de Caldas, há elevação de um anel de cristas que moldura uma zona rebaixada do interior com cerca de 800 km², e no centro desse anel, há uma topografia de morros de vertentes suaves, com desníveis locais em geral abaixo de 150 metros.

Em relação à geologia da região, segundo Ellert (1959), faz parte do chamado “Maciço de Poços de Caldas”, caracterizado pela presença de uma cadeia vulcânica principal quase completa, resultante da intrusão de rochas alcalinas durante o Cretáceo Superior, de aproximadamente 72,4 Ma, especificamente no Campaniano. Há predomínio, de acordo com Valetton et al. (1997, apud MORAES & RUEDA, 2008), de rochas ígneas plutônicas ou intrusivas de granulação fina, além de rochas do grupo das nefelina-sienitos leucocráticas subvulcânicas, incluindo rochas enriquecidas por potássio. Corroborando essa classificação, Tedeschi et al. (2015) explicam que o Complexo Alcalino Poços de Caldas desenvolveu-se por meio do processo ígneo no Cretáceo, apresentando área aproximada de 800 km².

4.1.2. APA Municipal “Santuário Ecológico da Pedra Branca” (ASEPB)

Localizada na região sudoeste do município de Caldas, a ASEPB apresenta altitudes que variam de 1000 m a 1760 m. Sua extensão engloba todo o distrito de Pocinhos do Rio Verde, bem como as sub-bacias hidrográficas do Rio Verde, ribeirões dos Bugres e Pedra Branca, além do córrego Bom Retiro (CONFORTI et al., 2007). Sua área é de 11.955,43 ha, estando inserida nas folhas de Caldas (SF 23V-D-IV-3) e Santa Rita de Caldas (SF-23-Y-B-1-1) (IBGE, 1972).

A região onde se encontra a APA, quanto à sua morfologia, tem característica similar à de área serrana e de “mares de morros” (AB’SÁBER, 1958). A Serra da

Pedra Branca, que se encontra na parte centro-sudeste da APA, apresenta altitude de 1760 m, a máxima de toda a área. Foi formada por um maciço de rochas sieníticas com pórfiros de feldspatos potássicos e baixo teor de máficos, o que a torna altamente resistente à erosão. A Nordeste dessa Serra, situa-se no “espigão anelar” (CONFORT et al., 2007) que circunda o Planalto de Poços de Caldas. Quanto à área de “mares de morros”, é formada por locais de relevo mais rebaixado entre os espigões constituído por morros de mesma elevação, apresentando encostas convexas com solos mais espessos e amplos vales assoreados (Idem, 2007).

A vegetação, segundo classificação feita por Rizzini (1979, apud MORAES, 2007), é predominantemente do tipo floresta pluvial de altitude, estando inserida no domínio da Mata Atlântica. Estas são formações que incluem arbustos, lianas, grande número de epífitas, palmeiras e ervas macrófilas graças à estratificação de seus ambientes, além de serem consideradas como de “máximo desenvolvimento” em relação às demais formações, apresentando dinâmica essencial de clima úmido e sem baixas temperaturas.

Segundo Moraes (2003), as áreas florestadas podem ser caracterizadas pela presença de estratos variados com dossel atingindo por volta de 15 metros de altura em solos nem sempre profundos, e seu sub-bosque é predominantemente formado por espécies de crescimento intermediário, com destaque às famílias Asteraceae, Poaceae e Melastomataceae, com médias de menos de 8 metros de altura.

Apesar de a ASEPB inserir-se quase totalmente no município de Caldas, a área de estudo deste trabalho compreende um buffer de 3 km no entorno dessa UC, englobando os municípios de Caldas, Santa Rita de Caldas, Ibitiura de Minas e Andradas (Figura 1). Esse novo limite (*buffer* 3 km) foi definido com a finalidade de garantir uma maior representatividade dos ambientes dessa região e entorno, apesar de essa categoria de UC não necessitar da Zona de Amortecimento (BRASIL, 2000).

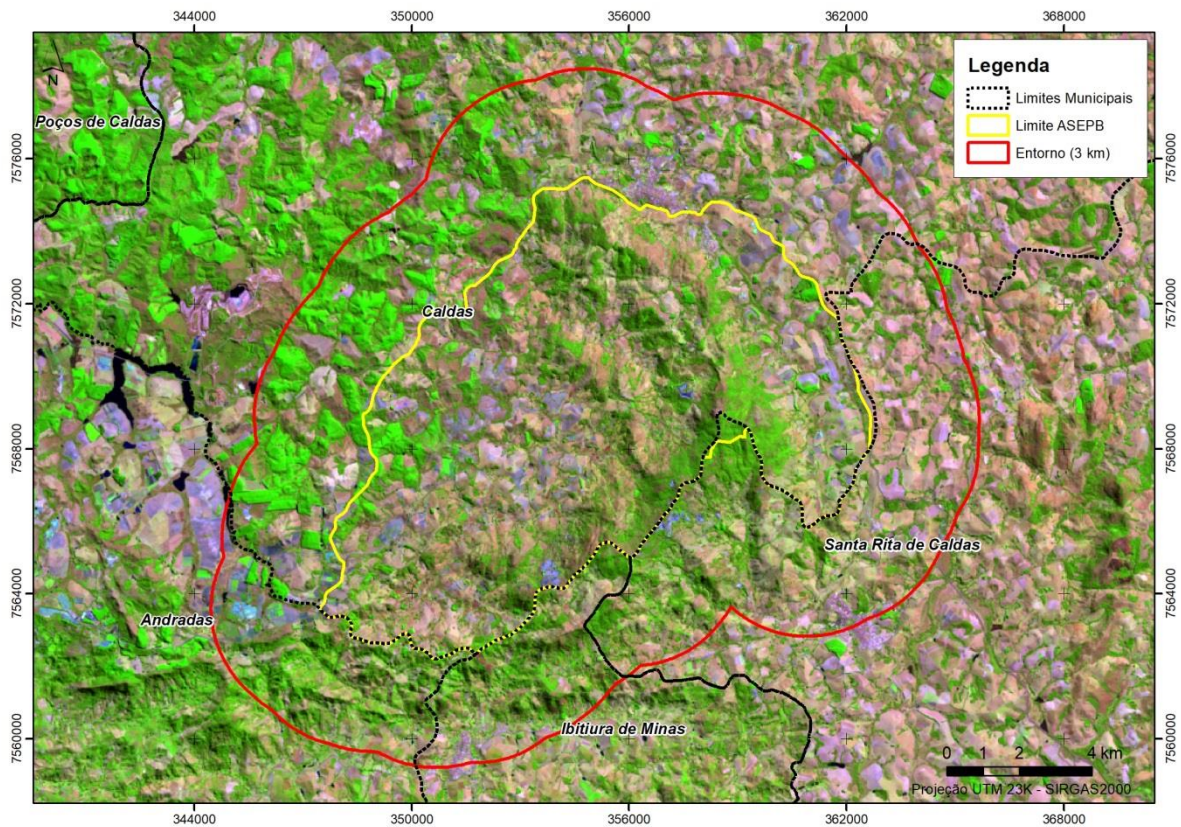


Figura 1 – Localização da área de estudo, limites municipais sobre uma imagem do satélite Landsat 8 OLS, de agosto de 2018.

4.2. Base de Dados

A caracterização das unidades geoambientais e dos geoambientes foi realizada a partir das seguintes bases cartográficas: Solos (Figura 2), adaptado de Moraes (2007), com escala de 1:125.000; Geologia (Figura 3), adaptado de Tedeschi et al. (2015), com escala de 1:100.000; e imagem do sensor OLS do satélite Landsat 8 em agosto de 2018 (Figura 1), para a classificação automática dos Usos e Coberturas da Terra, com escala de 1:100.000.

4.2.1. Solos

De acordo com o levantamento realizado por Moraes (2007), no Mapa de Solos (Figura 2), é possível observar as classes de solo predominantemente representativas da região onde se encontra a ASEPb, isto é, os Cambissolos Háplicos e os Neossolos Regolíticos e Litólicos.

Quanto à primeira, são classificados até o segundo nível categórico (ordem e subordem), e, segundo EMBRAPA (2006), destacam-se por apresentar material mineral com horizonte B incipiente e sem caráter flúvico ou presença de horizonte A húmico.

Já a segunda classe, seguindo a mesma classificação em ordem e subordem, são solos que se caracterizam por serem pouco evoluídos e de pouca espessura, sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2006).

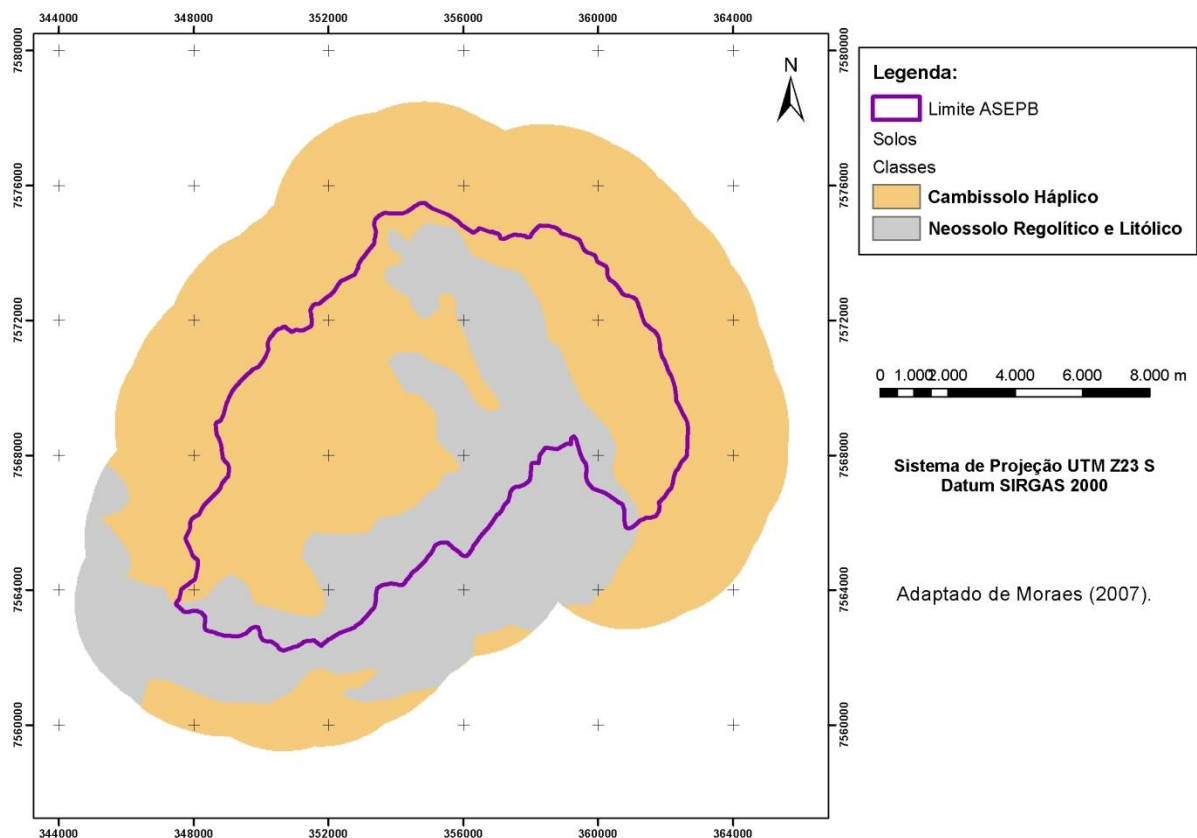


Figura 2: Mapa de Solos adaptado de Moraes (2007).

4.2.2. Geologia

Por meio da classificação feita por Teddeschi et al. (2015), foi possível observar que na área correspondente à ASEP B e seu entorno, predominam três grandes litotipos (Figura 3), sendo eles o Complexo Alcalino de Poços de Caldas; o Complexo Granítico-Gnáissico; e os Sienitos Pedra Branca, todos eles fundamentais para se compreender a evolução ocorrida em seu ambiente físico e sua vegetação.

O Complexo Alcalino de Poços de Caldas é uma formação geológica de idade Cretácea e um dos maiores corpos ígneos alcalinos conhecidos no mundo, abrigando “a maior diversidade de recursos minerais da região, que vão desde

bauxita, a argila, urânio, zircônio, terras-raras e leucitaé.” (TEDESCHI et al., 2005). É constituída predominantemente por fonólitos, lava piroclástica e nefelina sienito, e pode ser caracterizada pela presença comum de:

“tinguaítos e fonolitos isotrópicos, afaníticos a faneríticos de granulação fina, não sendo feita distinção entre ambos no presente trabalho. São observadas ocorrências subordinadas de nefelina sienitos, rochas piroclásticas e lujauritos.” (Idem, 2005).

O Complexo Granítico-Gnáissico, por sua vez, é um grupo geológico representado pelo Complexo Gnáissico São João da Mata, onde predominam os migmatitos; Granito Serra da Água Limpa, com fácies foliadas; e o Granitoide Serra da Água Limpa; segundo sua constituição litológica, em suma, é formado pela ocorrência comum de:

“granitos róseos, a localmente brancos, que se encontram amplamente distribuídos no lobo setentrional da nappe Socorro-Guaxupé. Trata-se dos ‘granitos equigranulares róseos’ do ‘Grupo Pinhal’, considerados ‘formadores de migmatitos’ (...), contêm quartzo, K-feldspato, plagioclásio em abundância, e biotita, anfibólio, menos comuns.” (TEDESCHI et al., 2005)

Os Sienitos Pedra Branca, por fim, congregam também o subgrupo de Sienitos com fácies quartzo-sienito, e são característicos das elevações litólicas da Serra da Pedra Branca, adjacentes ao litotipo Complexo Alcalino da Pedra Branca. Sua origem data de 610 Ma., e teria ocorrido, segundo Hackspacher & Godoy (1999, apud TEDESCHI et al., 2005), “como resposta ao processo de escape lateral de massa, tardi-colisional associado à magmatismo alcalino”. Em sua constituição lito-mineralógica, apresentam:

“álcali-feldspato sienitos de caráter saturado a localmente insaturado em sílica, álcali-feldspato sienitos supersaturados com quartzo modal inferior a 5%, ambos apresentando foliação de fluxo magmática bem marcada, e álcali-feldspato sienitos supersaturados com foliação de fluxo magmático moderadamente marcada, podendo apresentar quartzo e plagioclásios.” (Idem)

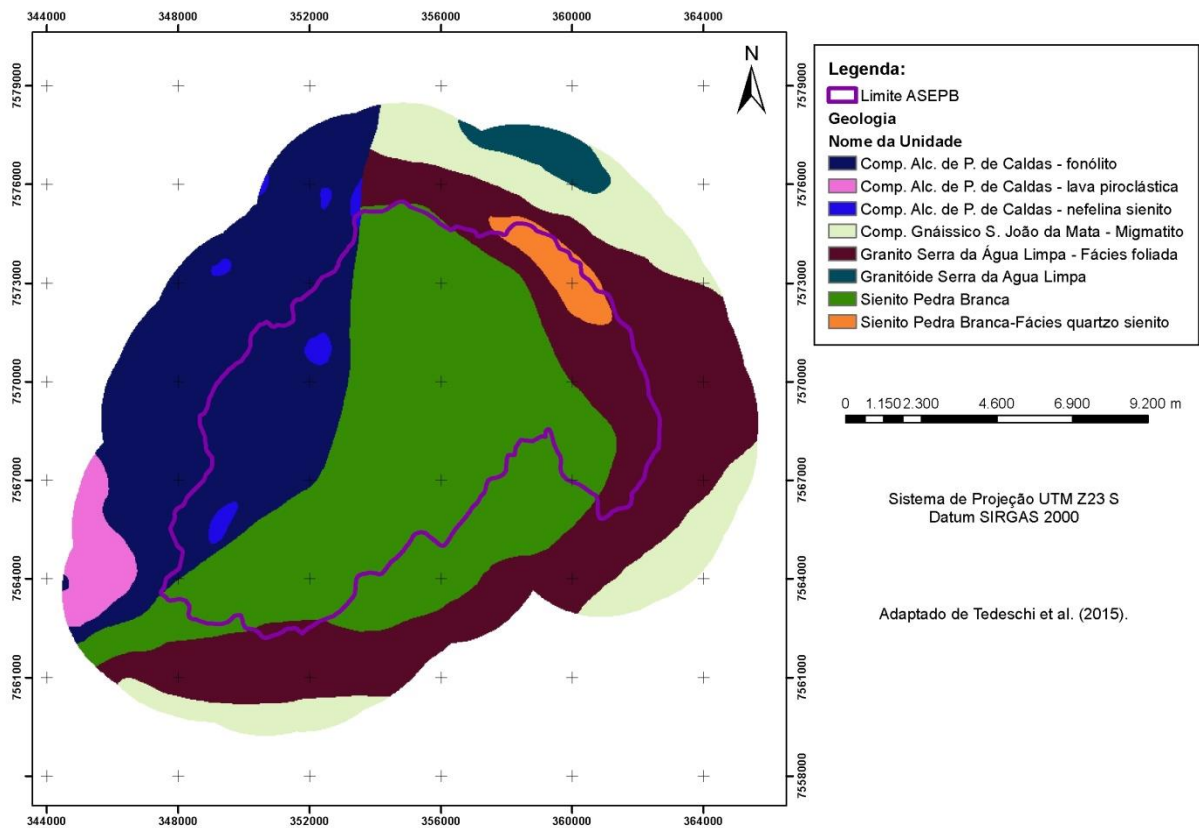


Figura 3: Mapa de Geologia adaptado de Tedeschi et al. (2015).

4.2.3. Classificação dos Usos e Coberturas da Terra

As imagens orbitais da área foram obtidas por meio do sensor OLS do satélite Landsat 8 em agosto de 2018 no site da United State Geological Survey (USGS) (www.earthexplorer.usgs.gov), validado e recomendado por Vuolo et al. (2015), e a classificação dos usos e coberturas da terra foi realizada no software ArcGis 10.1 a partir da metodologia da Classificação Supervisionada, utilizando-se o algoritmo da Máxima Verossimilhança. Foi realizada a coleta de amostras para treinamento e posterior validação, representadas na Tabela 1.

Para tanto, foi realizada a multiplicação do valor mínimo de pixel em uma área mínima mapeável de 30 m x 30 m, isto é, 900 m², e posteriormente realizado o filtro de 45 ha, pelos pixels totais encontrados em cada classe, mesclando as áreas menores que este valor com aquelas adjacentes de maior predominância.

Por meio dessa metodologia, obtém-se também a Matriz de Confusão e o índice Kappa, a partir do qual se determina a eficiência na representatividade pelo procedimento realizado (CONGALTON, 1991).

Tabela 1: tabela de validação da classificação dos usos e coberturas da terra da ASEPB pela metodologia da Classificação Supervisionada.

Classificação	Treinamento (pixels)	Validação (pixels)
Floresta Nativa	420	267
Silvicultura	667	293
Pastagem	533	431
Agricultura	500	259
Área Urbana	115	67
Estufa	69	22
Corpo d'água	7	12
Afloramento Rochoso	46	42
Mineração	41	48

A Matriz de Confusão, segundo Prina e Trentin (2015), é uma maneira de se representar a qualidade da classificação digital de imagens, utilizando-se para isso a relação integrada de informações de dados de referência, tidas como verdadeiras, com os dados classificados.

Já o Índice Kappa, de acordo com Perroca e Gaidzinski (2003), pode ser compreendido como uma variável de fácil quantificação depois de ser construída a estatística da matriz de confusão, e refere-se ao índice que avalia o grau de concordância dos dados, o que proporciona a confiabilidade e precisão da classificação realizada.

O índice Kappa é calculado por meio da seguinte fórmula:

$$K = (P_0 - PC) / (1 - PC) \quad (1)$$

Onde (1):

P_0 = proporção de pontos de referência que concordam;

PC = somatório do produto dos elementos das linhas e colunas marginais ($\sum X_i + X_{+i}$).

P_c indica a proporção de elementos atribuídos aleatoriamente a determinada classe. Quanto mais próximo de um (1, isto é, 100%) estiver o valor de K , mais representativa terá sido a validação realizada, isto é, mais representatividade haverá da área classificada. Landis e Koch (1977) definiram os diferentes níveis de

concordância, ou reprodutibilidade, do índice Kappa, como pode ser observado na seguinte tabela (Tabela 2):

Tabela 2: tabela com níveis de concordância segundo os valores do índice Kappa, adaptado de Landis & Koch (1997).

Valor do Índice Kappa	Nível de Concordância
< 0	Não Existe Concordância
0 – 0,20	Concordância Mínima
0,21 – 0,40	Concordância Razoável
0,41 – 0,60	Concordância Moderada
0,61 – 0,80	Concordância Substancial
0,81 – 1,0	Concordância Excelente

As classes encontradas e suas respectivas descrições são:

- *Floresta Nativa* – áreas cobertas por vegetação alta com bosque e sub-bosque presentes em forma de fragmentos ao longo da UC, com fisionomias variando de Floresta Estacional Semidecidual Montana a Floresta Estacionais Semidecidual Alto-montana;
- *Silvicultura* – áreas que apresentam povoamentos de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp.; *Pastagem*, áreas que foram abandonadas e que permitem alguma recomposição da vegetação ou que apresentam vegetação rasteira não-antrópicas;
- *Área Antropizada* – áreas com a paisagem transformada por meio da influência direta do ser humano, sendo nessa classe incluídas as Áreas Urbanas, onde se encontra a cidade de Caldas e seus bairros, bem como Áreas de Agricultura, onde se encontram o plantio de culturas agrícolas, como milho, abóbora, cará, pêssego, uva e outras, além de Áreas com Construções Rurais, principalmente com a presença de Estufas;
- *Corpos d'água* – onde há cursos d'água de área bastante expressiva;
- *Afloramento Rochoso* – áreas com rochas expostas; e, por fim,
- *Mineração* – áreas onde ocorrem as atividades de extração de minérios.

4.3. Estratificação das Unidades Geoambientais da ASEPB

Para a identificação das unidades geoambientais, foi utilizado o método descrito por Schaefer et al. (1997, 2016), o qual leva em consideração as confluências das características físicas pedogeomorfológicas em uma determinada paisagem e suas interações para a dinâmica estrutural e de seu funcionamento.

A partir da compreensão de que o ambiente físico é constituído por características pedológicas, geológicas e com vegetação singulares e que essas estão relacionadas com a disponibilidade de nutrientes e o fluxo de energia de um sistema aberto, há a necessidade de compreender sua dinâmica funcional e distribuição estrutural, sendo assim possível inferir o comportamento ecológico da paisagem e os manejos mais adequados para cada um de seus geoambientes (SCHAEFER et al., 1997).

A partir dos dados no formato vetorial (shapefile), foram definidos números de identificação para cada unidade de mapeamento de solo, de uso e cobertura da terra e de geologia. Estes valores (correspondentes às respectivas unidades de mapeamento) foram convertidos para o formato raster com uma resolução espacial de 30 m, por meio da ferramenta *Arctoolbox – Conversion Tools – Raster – Polygon to Raster*. Em seguida, utilizando as ferramentas *Arctoolbox – Spatial Analyst Tools – Math – Plus*, os valores de solos e geologia foram multiplicados, respectivamente, por 10 e 100. Assim, os três valores obtidos foram somados para se construir unidades de mapeamento com os três aspectos integrados em três algarismos.

Portanto, a partir dessa estratificação, foram delimitados e descritos os espaços físicos que apresentaram diferentes características geoambientais na paisagem da ASEPB e seu entorno, segundo a confluência das classes de solos predominantes no local, as formações geológicas por meio das quais a paisagem da APA se desenvolveu, bem como os diferentes usos e coberturas da terra nela encontrados, segundo as escalas adotadas neste trabalho.

Em seguida, foi utilizado um filtro nas áreas menores de 40 ha, a fim de se evitarem classificações de geoambientes com representatividade pouco expressiva na ASEPB, de acordo com o critério de área mínima mapeável, obtido de IBGE (2007).

Adicionalmente, foram utilizados dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para obtenção de informações da altimetria. Esses dados foram processados no software ArcGIS 10.1 para a elaboração do Modelo Digital de

Elevação e de Declividade. Em seguida, para cada unidade geoambiental foram extraídos os dados de média, máximo, mínimo e desvio padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Classificação dos Usos e Coberturas da Terra

A visualização de cada classe encontra-se no seguinte mapa de usos e coberturas da terra (Figura 4).

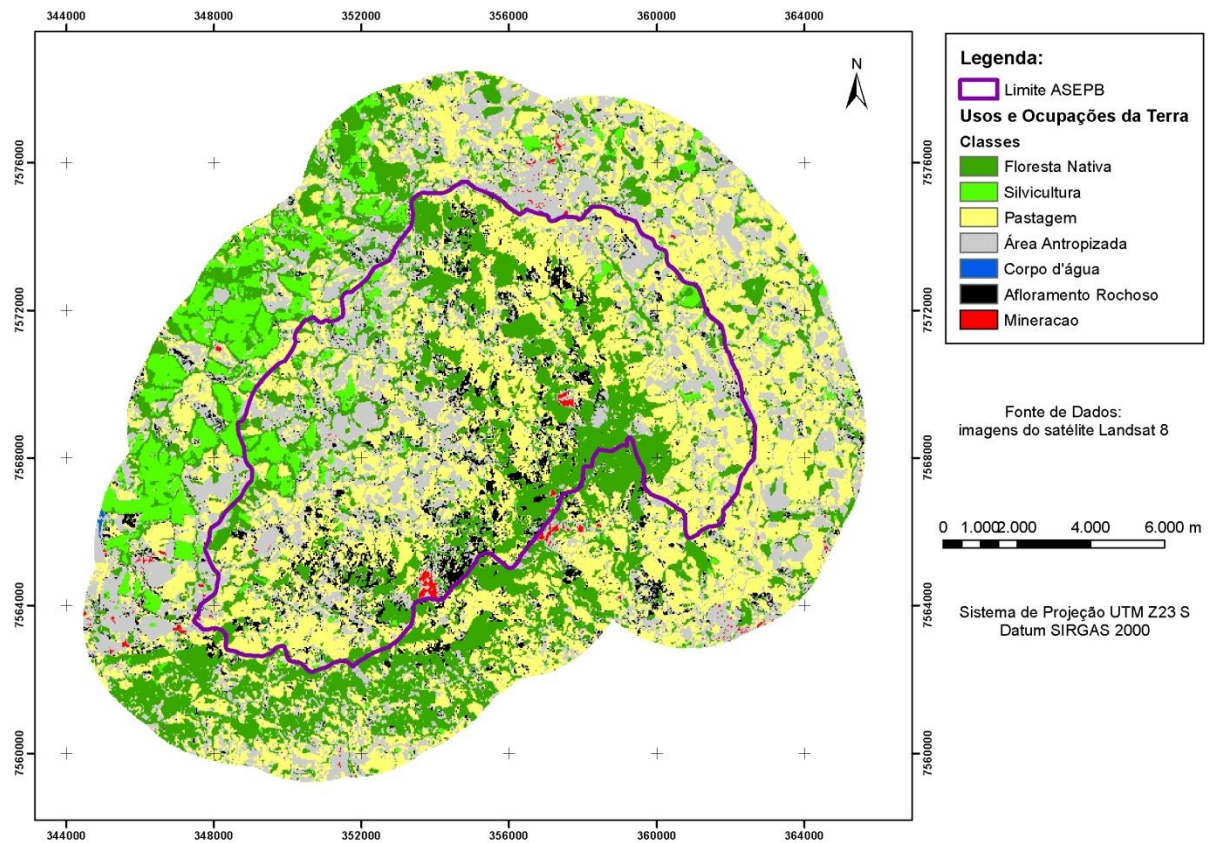


Figura 4: mapa de Usos e Coberturas da Terra da ASEP B e entorno a partir do classificador da Máxima Verossimilhança.

De acordo com a Matriz de Confusão (Tabela 3) correspondente à classificação de usos e coberturas da terra da ASEP B e seu entorno, reconheceram-se as confusões de coleta de dados, ao se relacionarem os resultados da imagem classificada e a amostragem de validação de cada classe por meio das omissões e comissões de pixels geradas. As confusões com pixels em omissão referem-se à

subestimação de área de determinada classe, enquanto as comissões, à superestimação de outras.

Por meio dos resultados obtidos na Matriz de Confusão (Tabela 3), é possível perceber que as classes de Floresta Natural (FN), Silvicultura (S) e Corpo d'água (CD) não apresentaram erros significativos pela análise realizada.

Por outro lado, a classe de Agricultura teve a maior omissão, comissionando pixels para quatro diferentes classes, Pastagem (P), Área Urbana (AU), Afloramento Rochoso (AR) e Mineração (M).

A classe de Pastagem apresentou omissão, comissionando pixels para Agricultura (A) e Afloramento Rochoso (AR). A classe Área Urbana (AU) apresentou omissão, com comissão de pixels para Agricultura (A) e Mineração (M). A classe Afloramento Rochoso (AR) teve omissão, comissionando pixels para Pastagem (P), Agricultura (A) e Afloramento Rochoso (AR).

Por fim, a classe Mineração (M) apresentou a menor omissão, com comissão de pixels apenas para duas classes: Agricultura (A) e Área Urbana (AU).

Confusões semelhantes por meio da mesma metodologia também foram encontradas e aceitas por Ferreira et al. (2007) e Ribeiro et al. (2011), corroborando a eficácia desses resultados.

Tabela 3: Matriz de Confusão, com valores em pixels, correspondente à classificação de usos e coberturas da terra da ASEPB, onde FN (Floresta Nativa), S (Silvicultura), P (Pastagem), A (Agricultura), AU (Área Urbana), E (Estufa), CD (Corpo d'água), AR (Afloramento Rochoso) e M (Mineração).

Classes	FN	S	P	A	AU	E	CD	AR	M
FN	243000	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	264600	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	328500	4500	0	0	0	6300	0
A	0	0	56700	210600	900	0	0	8100	1800
AU	0	0	0	9900	57600	0	0	4500	900
E	0	0	0	0	0	20700	0	0	0
CD	0	0	0	0	0	0	12600	0	0
AR	0	0	8100	4500	0	0	0	21600	0
M	0	0	0	1800	3600	0	0	0	37800

Após gerar a Matriz de Confusão, foi obtido coeficiente denominado Índice Kappa (K), por meio do qual se procede é possível avaliar a eficiência da metodologia utilizada na classificação dos usos e coberturas da terra da ASEPB e entorno, observando se os erros encontrados são significativos ou não.

Com isso, gerou-se um $K = 0,8939$ (89,4%), sendo considerado um valor excelente, segundo Landis e Koch (1977), entendendo-se que as classes obtidas pela classificação procedida podem ser consideradas representativas da paisagem da ASEPB, dentro do universo amostral de validação, não sendo significativas as confusões encontradas.

Em seguida, foram obtidas as áreas referentes a cada classe de usos e coberturas da terra, tanto em hectare quanto em percentual (Tabela 4).

Tabela 4: tabela de classes de Usos e Coberturas da Terra da ASEPB com suas respectivas áreas em hectare e porcentagem, onde Pastagem (P); Área Antropizada, referente a Agricultura, Área Urbana e Estufa (AA); Floresta Nativa (FN), Silvicultura (R), Afloramento Rochoso (AR), Corpo d'água (CD) e Mineração (M).

CLASSES	Área (ha)	Área (%)
Pastagem (P)	10236,15	35,51
Área Antropizada (AA)	7940,79	27,55
Floresta Nativa (FN)	7457,40	25,87
Silvicultura (S)	1816,29	6,30
Afloramento Rochoso (AR)	1367,91	4,75
Corpo d'água (CD)	6,39	0,02
Mineração (M)	1,0	0,003

Por meio da Tabela 4, é possível identificar as classes de uso e cobertura da terra de maior representatividade na ASEPB e entorno quanto à sua área, sendo *Pastagem* a maior, seguida de *Área Antropizada* e *Floresta Natural*. Ademais, nota-se que não há uma distribuição homogênea entre as classes identificadas (Figura 4). Pode-se afirmar, também, a existência de relação espacial entre as classes, como nas áreas de *Silvicultura*, as quais contêm povoamentos de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp., concentrando-se na região Oeste-Noroeste da APA, em detrimento das outras

regiões, onde essa classe não é representativa. Outra relação espacial percebida é a da classe de Mineração, que, embora de menor representatividade em área, concentra-se na região central da UC, a qual apresenta maiores altitudes e declividades médias, onde predomina o litotipo Sienitos Pedra Branca.

5.2. Geoambientes

As Unidades Geoambientais foram caracterizadas por meio da confluência dos descritores físicos da paisagem da ASEPB, sendo estes os solos, a geologia e os usos e coberturas da terra predominantes. Foram identificadas 22 Unidades Geoambientais nessa paisagem. A classificação dessas Unidades e suas áreas, em hectare e percentual, podem ser visualizadas na tabela seguinte (Tabela 5):

Tabela 5: classificação das Unidades Geoambientais presentes na ASEPB e suas respectivas áreas, em hectare (ha) e percentual (%), e fatores ambientais associados (Usos da Terra, Solos e Geologia).

SIGLAS	Unidades Geoambientais	Área (ha)	Área (%)	Usos da Terra	Solos	Geologia
MNGC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	1245,87	4,31	Floresta Nativa	Cambissolo Háplico	Complexo Granítico-Gnáissico
PGC	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	4438,17	15,34	Pastagem		
AAGC	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	3187,44	11,02	Área Antropizada		
MNAC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1782,63	6,16	Floresta Nativa		Complexo Alcalino de Poços de Caldas
PAC	Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1506,51	5,21	Pastagem		
SAC	Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1499,13	5,18	Silvicultura		
AAAC	Área Antropizada sobre Complexo	2402,91	8,31	Área Antropizada		

	Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos				Litólico	Granítico-Gnáissico
PGN	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	736,74	2,55	Pastagem		
AAGN	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	194,22	0,67	Área Antropizada		
ARSN	Afloramento Rochoso de Sienitos Pedra Branca com solos pouco desenvolvidos	410,22	1,42	Afloramento Rochoso		Sienitos Pedra Branca
MNSN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	3014,01	10,42	Floresta Nativa		
PSN	Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	2578,59	8,91	Pastagem		
AASN	Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	416,7	1,44	Área Antropizada		
AMSN	Área de Mineração de Sienitos da Pedra Branca sobre solos pouco desenvolvidos	40,59	0,14	Área de Mineração		

Para se proceder a análise das Unidades Geoambientais da ASEPB e seu entorno, também se produziram os mapas de Altimetria (Figura 5) e Declividade (Figura 6) da área, já que o cruzamento dessas informações tem grande importância na interpretação dos resultados.

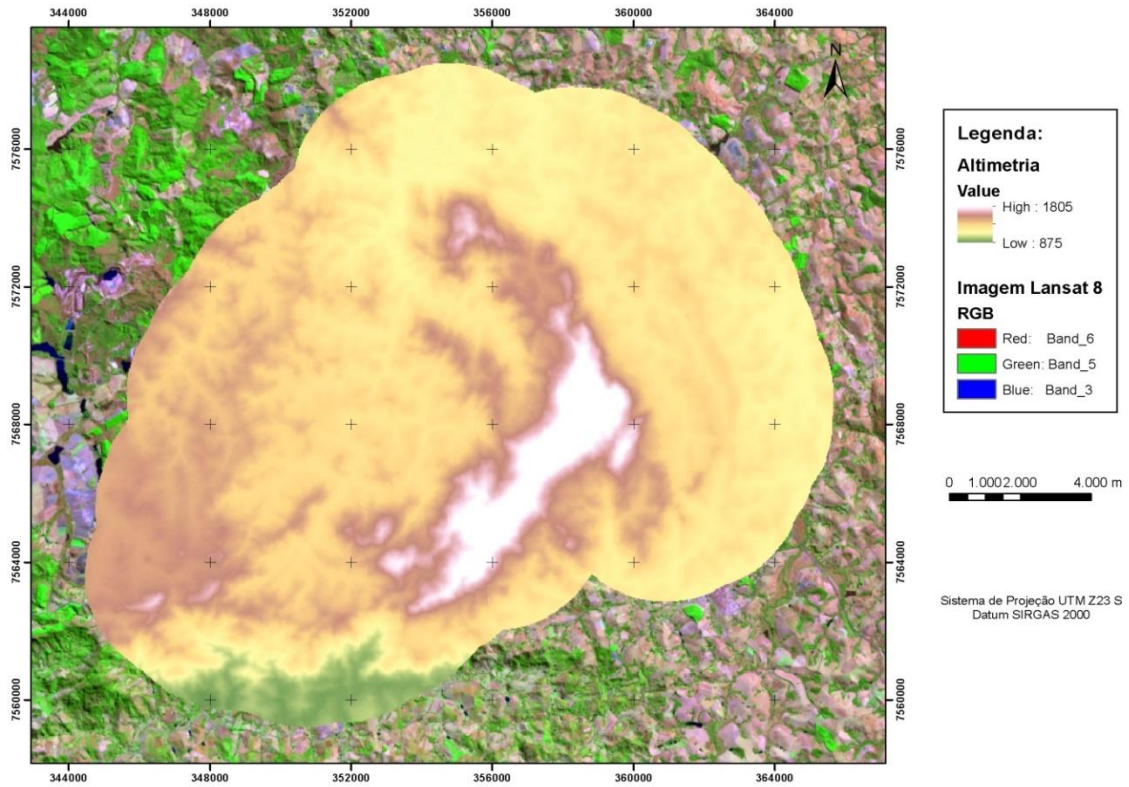


Figura 5: mapa de Altimetria (m) da ASEPB e entorno.

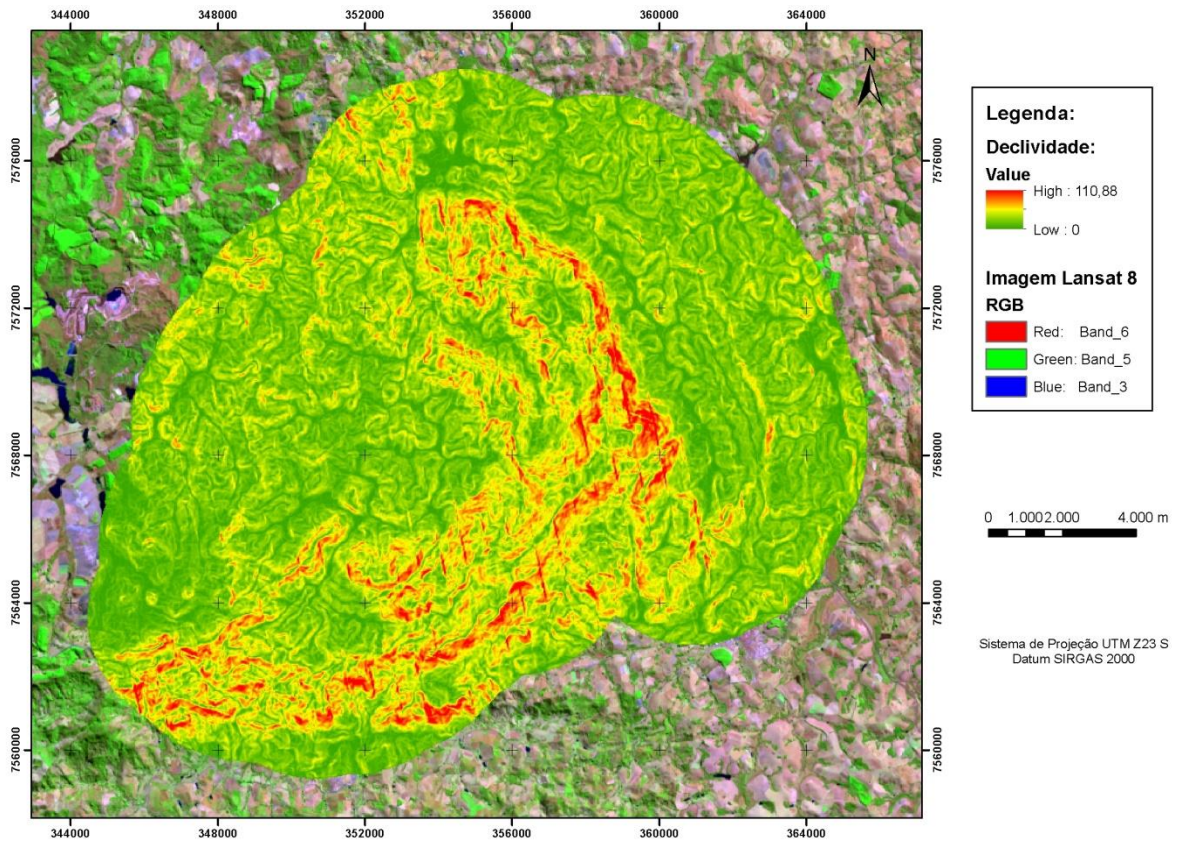


Figura 6: mapa de Declividade (%) da ASEP e entorno.

Os valores de máximos, mínimos, médias e desvios padrões, tanto de Altimetria quanto de Declividade de cada Unidade Geoambiental da UC, podem ser observados, respectivamente, nas Tabelas 6 e 7:

Tabela 6: tabela contendo dados sobre valores máximos, mínimos, médias e desvios padrões de Altimetria (m) das Unidades Geoambientais da ASEPB.

SIGLAS	Unidades Geoambientais	Mínima	Máxima	Média	Desvio Padrão
MNGC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	890	1264	1079,95	76,53
PGC	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	875	1300	1107,56	70,90
AAGC	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	877	1278	1093,67	66,57
MNAC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1042	1430	1205,95	70,08
PAC	Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1045	1419	1224,61	68,00
SAC	Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1068	1436	1246,19	56,69

AAAC	Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	1042	1428	1213,18	77,60
MNSC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	1045	1405	1193,47	63,05
PSC	Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	1046	1408	1182,32	49,20
AASC	Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	1040	1373	1169,12	44,07
MNAN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	1304	1494	1363,57	48,35
PAN	Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	1304	1492	1350,47	42,07
SAN	Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	1300	1377	1329,87	14,50
AAGN	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	1100	1300	1200,77	15,16

AAAN	Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	942	1430	1279,60	98,00
MNGN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	920	1445	1163,40	95,32
PGN	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	964	1448	1206,79	82,59
ARSN	Afloramento Rochoso de Sienitos Pedra Branca com solos pouco desenvolvidos	1157	1662	1384,39	97,85
MNSN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	1116	1798	1406,28	148,36
PSN	Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	1143	1722	1342,21	101,58
AASN	Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	1140	1805	1401,78	159,74
AMSN	Área de Mineração de Sienitos da Pedra Branca sobre solos pouco desenvolvidos	1295	1678	1440,65	113,13

Na Tabela 6, percebe-se que as unidades geoambientais de altitude média máxima ocorrem sobre o mesmo litotipo (Sienitos Pedra Branca), sendo a maior a Área de Mineração sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (AMSN), com 1440,65 m, seguida de Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (AASN), com 1401,78 m, e depois Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (PSN), com 1342,21 m, todas elas na região central da ASEP.

Em contrapartida, as unidades de menor altitude média também se encontram sobre o mesmo litotipo (Complexo Granítico-Gnáissico), sendo elas os Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico sobre solos mais desenvolvidos (MNGC) e Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico sobre solos mais desenvolvidos (AAGC), ambas encontradas na região Nordeste da APA.

Tabela 7: tabela contendo dados sobre valores máximos, mínimos, médias e desvios padrões de Declividade (%) das Unidades Geoambientais da ASEPB.

SIGLAS	Unidades Geoambientais	Mínima	Máxima	Média	Desvio Padrão
MNGC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	0,00	90,26	20,92	13,70
PGC	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	0,00	89,74	16,15	8,95
AAGC	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos	0,00	76,08	15,25	8,46
MNAC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	0,00	83,57	20,48	11,79
PAC	Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	0,00	71,34	17,23	9,22
SAC	Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	0,00	64,25	18,46	8,54

AAAC	Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos	0,00	68,35	16,39	8,60
MNSC	Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	0,59	79,06	28,68	14,18
PSC	Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	0,00	83,52	20,06	11,70
AASC	Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos	0,00	67,31	16,61	8,87
MNAN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	0,59	78,70	24,02	16,04
PAN	Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	0,00	70,97	17,07	14,98
SAN	Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	0,00	37,29	9,81	6,21
AAAN	Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos	0,00	95,61	15,20	13,37

MNGN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	0,59	110,88	35,49	16,25
PGN	Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	0,59	94,90	26,53	13,00
AAGN	Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos	0,00	90,37	23,33	12,10
ARSN	Afloramento Rochoso de Sienitos Pedra Branca com solos pouco desenvolvidos	1,32	102,00	34,37	12,89
MNSN	Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	0,00	108,45	36,24	15,99
PSN	Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	0,00	109,00	27,96	14,28
AASN	Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos	0,59	101,94	31,52	17,55
AMSN	Área de Mineração de Sienitos da Pedra Branca sobre solos pouco desenvolvidos	1,77	77,47	30,53	14,61

Ao se analisar a tabela 7, é possível perceber a correlação dos valores de declividade com os de altimetria na paisagem da ASEPB e entorno, já que as unidades de maior declividade média são também aquelas situadas nas áreas de maior altitude média da UC, situadas em sua região central. O mesmo é percebido em relação às unidades com menores declividades médias, sendo estas as encontradas na região Nordeste.

5.3. Descrição Geral das Características das Principais Unidades Geoambientais da ASEPB

As características de cada uma das Unidades Geoambientais identificadas na ASEPB e seu entorno são abaixo descritas a partir do agrupamento feito segundo o litotipo (geologia) predominante em cada local, pois este fator está intrinsecamente correlacionado ao desenvolvimento pedológico nas diferentes áreas, bem como, conseqüentemente, às suas composições vegetativas.

5.3.1. Unidades Geoambientais sobre Complexo Granítico-Gnáissico

As unidades geoambientais *Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos* (MNGC), *Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos* (PGC), *Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos mais desenvolvidos* (AAGC), *Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos* (MNGN), *Pastagem sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos* (PGN) e *Área Antropizada sobre Complexo Granítico-Gnáissico em solos pouco desenvolvidos* (AAGN) correspondem às áreas formadas sobre o litotipo supracitado, o qual apresenta predominância mineralógica de quartzo e feldspatos potássicos, contendo também em menor proporção plagiocásios e biotita, além de alguns minerais acessórios, como apatitas e zircão (TEDESCHI et al., 2005).

Os solos formados nessas unidades, por conseguinte, apresentam baixa fertilidade natural, já que advêm do intemperismo de rochas ácidas, isto é, com alta

concentração de silício e menor de minerais ferro-magnesianos em sua composição mineralógica (MORAES, 2007).

Quanto às unidades MNGC, PGC e AAGC, caracterizam-se por apresentar predominância de solos da classe dos Cambissolos Háplicos, os quais são mais desenvolvidos e menos rasos que a outra classe existente na ASEPB, sobre a qual estão as unidades MNGN, PGN e AAGN, ou seja, estas ocorrem sobre os Neossolos Litólicos e Regolíticos, áreas essas de altitude mediana na APA (respectivamente, 1163,40 m, 1206,79 m e 1200,77), porém com declividade acentuada (respectivamente, 35,49%, 26,53% e 23,33%), sendo representadas por serras e cumeeiras.

Na MNGC ocorrem fragmentos de Floresta Nativa, sendo estes constituídos por espécies características do domínio da Mata Atlântica em fisionomias de diferentes estágios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual Montana (IBGE, 2012), em pequenos grupos distribuídos ao longo da região Sudeste da UC, e representam área pouco expressiva da APA (4,31%); por ser adjacente à cobertura de Pastagem, forma-se um mosaico de Floresta-Pastagem. Essa Unidade leva a deduzir que ocorreu supressão de sua vegetação ao longo do tempo, restando apenas remanescentes de mata nativa em fragmentos, e suas altitudes e declividades são medianas (respectivamente, 1079,95 m e 20,92%).

Em relação à PGC, são as localizadas mais a Nordeste e que representam a maior área da ASEPB, 4438,17 ha, ou seja, 15,34% de toda extensão da APA, onde a cobertura da terra é dada por pastagem, sendo esta Unidade, que apresenta altitude e declividade medianas (respectivamente, 1107,56 m e 16,15%), a matriz da paisagem nesta região da UC, o que, segundo Carlos (2006, apud SANTOS, 2014), pode consistir em fator de permeabilidade a alguns animais, como roedores, mas a presença do gado e a baixa cobertura de vegetação favorecem o risco de morte e predação dessas espécies, além de poder ser um filtro limitador da dispersão de sementes de espécies lenhosas para os fragmentos florestais adjacentes.

Já a unidade AAGC teve sua paisagem natural modificada ao longo do tempo pela ação antrópica, sendo especialmente voltada à agricultura, construções rurais e urbanização, e se encontra distribuída a Nordeste da UC, sendo a Unidade Geoambiental com a segunda maior área da ASEPB; essa unidade tem áreas que

se estendem do Sul ao Nordeste da APA, com altitude e declividade medianas (respectivamente, 1063,97 m e 15,25%).

Em relação à Unidade MNGN, são locais com fragmentos de mata nativa em alta conectividade marcados por fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Alto-montana (ou nebulosa) (IBGE, 2012), e, embora não tendo grande expressividade percentual sobre a área total (4,07%), em termos absolutos correspondem a 1176,66 ha, representando a matriz da paisagem da região Sul da APA, além de apresentarem significativa importância para a manutenção da integridade física e química desses locais, já que, por terem áreas com a declividade mais acentuada da UC (110,88%), contribuem para a estabilidade do solo contra os processos erosivos.

Na PGN, encontram-se as áreas com cobertura de Pastagem, e, embora não apresentem solo exposto, em alguns locais onde há declividade mais acentuada que as demais (94,90%), podem apresentar problemáticas referentes a perdas de solo devido a processos erosivos, já que a pastagem, caso se encontre em condição de degradação, torna-se um tipo de cobertura com menor taxa de infiltração de água no solo, favorecendo o escoamento superficial (AREND, 1942; HIBBERT, 1969; apud LIMA, 2008). Essas são áreas, portanto, onde não deve haver pisoteio por animais, como gado, já que ocasionaria a compactação do solo e degradação da pastagem, gerando o problema mencionado.

A Unidade AAGN representa áreas que tiveram sua paisagem modificada pelas ações antrópicas ao longo do tempo, sendo principalmente nesses locais para urbanização e agricultura; em alguns pontos da paisagem onde se encontra essa Unidade, há declividade mais acentuada que nas demais (90,37%), e por não conterem vegetação cobrindo o solo, estão susceptíveis a problemas com processos erosivos (LIMA, 2008).

5.3.2. Unidades Geoambientais sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas

As unidades *Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos* (MNAC), *Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas sobre solos mais desenvolvidos* (PAC), *Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos mais desenvolvidos* (SAC), *Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas sobre solos mais*

desenvolvidos (AAAC), Fragmentos de Mata Nativa sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos (MNAN), Pastagem sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos (SAN), Silviculturas sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos (RAN), e Área Antropizada sobre Complexo Alcalino de Poços de Caldas em solos pouco desenvolvidos (AAAN) correspondem às áreas formadas sobre o litotipo supracitado, apresentando por isso a maior diversidade de recursos minerais da região (TEDESCHI et al., 2005).

Quanto a seus solos, apresentam baixa fertilidade natural, já que advêm de intemperismo de rochas vulcanoclásticas, como tufos fonolíticos, aglomerados e brechas vulcânicas diversas, além de diabásios e carbonatitos, diques de biotita lamprófiro ultramáficos ultrapotássicos em níveis subordinados (ALVES, 2003).

As Unidades MNAC, PAC, SAC e AAAC ocorrem sobre os Cambissolos Háplicos da região Noroeste da ASEPB. Já nas MNAN, PAN, SAN e AAAN, ocorrem os Neossolos Regolíticos e Litólicos, concentrando-se mais a Sudoeste da APA.

Em MNAC, com aproximadamente 1783 ha (6,16% da área total), a paisagem apresenta altitude elevada (1205,95 m) e declividade mediana (20,87%); quanto à cobertura da terra dessas áreas, ocorrem fragmentos de Floresta Nativa com fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Alto-montana (ou nebulosa) (IBGE, 2012), os quais apresentam boa conectividade entre si, formando corredores, característica importante para o fluxo gênico das espécies do local (MMA, 2018).

A Unidade PAC apresenta área de 5,21% do total da APA e cobertura de Pastagem nas mesmas condições de altitude e declividade das unidades adjacentes, isto é, respectivamente elevada (1224,61 m) e mediana (17,23%).

Já em SAC, há o maior percentual de área de Silviculturas, especialmente de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, presentes na região Nordeste da UC, com 5,18% da área total, o que pode ser explicado pela condição onde se formaram os Cambissolos Háplicos sobre os quais se encontram esses povoamentos, sendo esses solos mais desenvolvidos que a outra ordem encontrada na APA, bem como apresentam altitude e declividade medianas (respectivamente, 1246,19 m e 18,46%), condições estas que favorecem a silvicultura nessa região.

A unidade AAAC corresponde a áreas alteradas por ação antrópica, sendo especialmente destinadas à agricultura, como milho, representando a segunda maior área para este fim (8,31% da área total da ASEPB). Além disso, essa unidade

representa a matriz da paisagem na região Nordeste da APA. As condições de solo mais desenvolvido, associado a valores medianos de altitude e declividade (respectivamente 1213,18 m e 16,39%), favorecem seu destino de uso para certas culturas agrícolas.

A unidade MNAN corresponde a quatro pequenos fragmentos de Floresta Nativa com fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Alto-montana (ou nebulosa), na região Sudoeste da APA, de baixa conectividade entre si, tendo pouca representatividade da área total (0,22%), mas apresentando importância significativa no local, devido a serem áreas de elevada altitude (1363,57 m) em solos pouco desenvolvidos e rasos, isto é, com certa susceptibilidade a processos erosivos (laminar), o que acaba sendo mitigado pela presença da vegetação nativa sobre eles.

Em PAN, a cobertura da terra se dá por Pastagem e tem pouca representatividade na área total da UC (0,38%), sendo a segunda menor, e sua altitude e declividade são medianas.

A Unidade SAN é dada por áreas pouco expressivas usadas para Silviculturas (0,45%), o que pode ser entendido por se tratarem de locais sobre solos pouco desenvolvidos e rasos, o que dificulta o desenvolvimento desses povoamentos. Possivelmente, em razão da escala limitada do levantamento de solos, essa unidade deve ser ainda menos expressiva ou inexistente, pois preferencialmente são utilizados solos com maior aptidão para Silviculturas, o que não corrobora com os Neossolos Litólicos e Regolíticos.

A Unidade AAAN, também de área pouco expressiva (1,75%), é caracterizada pela modificação da paisagem pela ação antrópica nessa região da APA, sendo tanto para agricultura quanto para construções rurais, mais especificamente de estufas; é também a região da APA onde se encontra o maior corpo d'água, com aproximadamente 6 ha, portanto, não incluído nos geoambientes, por não apresentar área maior que a área mínima mapeável.

5.3.3. Unidades Geoambientais sobre Sienitos Pedra Branca

As Unidades Geoambientais *Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos* (MNSC), *Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos mais desenvolvidos* (PSC), *Área Antropizada sobre Sienitos Pedra*

Branca em solos mais desenvolvidos (AASC), Afloramento Rochoso de Sienitos Pedra Branca com solos pouco desenvolvidos (ARSN), Fragmentos de Mata Nativa sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (MNSN), Pastagem sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (PSN), Área Antropizada sobre Sienitos Pedra Branca em solos pouco desenvolvidos (AASN), e Área de Mineração em Sienitos Pedra Branca com solos pouco desenvolvidos (AMSN) encontram-se todas na região central da ASEPB e correspondem às áreas formadas sobre o litotipo supracitado, constituindo-se, portanto, de rochas com caráter mais alcalino, ricas em pórfiros de álcali-feldspatos e baixo teor de minerais máficos, bem como pequena proporção de quartzo e plagiocásios (TEDESCHI et al., 2005). Seus solos, por conseguinte, apresentam baixa fertilidade natural, já que advêm do intemperismo das mencionadas rochas (HACKSPACHER & GODOY, 1999).

As Unidades MNSC, PSC e AASC representam áreas sobre Cambissolos Háplicos, em declividades e elevações de altitude medianas. Já ARSN, MNSN, PSN, AASN e AMSN encontram-se sobre os Neossolos Regolíticos e Litólicos, sendo estes menos desenvolvidos e rasos nas regiões de maior altitude e declinação mais acentuada de toda a ASEPB.

Em MNSC, há fragmentos de Floresta Nativa dispersos, ou seja, com baixa conectividade entre si, sendo remanescentes do domínio da Mata Atlântica com fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Alto-montana (ou nebulosa) (IBGE, 2012), e de área pouco expressiva em relação ao total (1,68%), porém de grande importância como cobertura da terra para a integridade do solo, com valores de altitude e declividade médias de, respectivamente, 1193,47 m e 28,68%.

A Unidade PSC tem 6,55% da área total da APA, apresentando, portanto, sua cobertura de Pastagem com boa representatividade nesta região da APA, onde a altitude e declividades médias são de, respectivamente, 1182,32 m e 20,06%.

Já AASC, com 3,83% da área total, refere-se às localidades da região central da UC transformadas pela ação antrópica, sendo utilizadas para agricultura e construções rurais, além de apresentarem altitude mediana (1169,12 m) e baixa declividade (16,61%).

A unidade ARSN refere-se às localidades de maior representatividade de afloramentos rochosos de Sienitos da ASEPB, e, embora apresentem baixa expressividade percentual da área da UC (1,42%), em termos absolutos são

bastante significativas, com área de 410,22 ha, principalmente quando se leva em consideração a presença de mineradoras na região da UC e seu interesse pela expansão da área de exploração.

Quanto à MNSN, corresponde às áreas com maior percentual de fragmentos de Floresta Nativa da APA, isto é, 10,42%, com fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Alto-montana (ou nebulosa) (IBGE, 2012), correspondendo, em termos absolutos, a 3014,01 ha, além de apresentarem grande área de expressiva conectividade entre si em uma região de que apresenta locais com elevada altitude (1798 m) e declividade bastante acentuada (108,45%), sendo também a matriz da paisagem nesta região da UC, o que lhe confere grande importância ambiental, principalmente por servirem de corredores nesta região.

Em PSN, representando uma área de 2578,59 ha, encontram-se locais com altitudes elevadas (1342,21 m) e alguns locais bastante declivosos (109%) cobertos com Pastagem sobre solos rasos.

A Unidade AASN corresponde às áreas da região central da paisagem da UC sob a influência da ação antrópica, principalmente para fins de agricultura, representando 1,44% da área total, apresentando locais com a maior altitude da ASEPB (1805m) e declividade acentuada (101,94%).

Em AMSN, ocorrem as áreas com influência da ação antrópica, mas, por representarem a maior problemática enfrentada pelos gestores da ASEPB desde a sua criação, receberam classificação exclusiva, sendo áreas de extração de minérios, atividade esta já sendo realizada há mais de 20 anos no local.

Embora essa UC seja pertencente à categoria de Uso Sustentável, onde há permissividade legal para a utilização de recursos naturais, desde que respeitando a legislação, cabe ressaltar que a exploração que ocorre nessa Unidade representa 0,14% da área total, o que aparentemente não é significativo, mas se trata de um recurso natural do tipo não renovável, e que gera, tanto a curto quanto a longo prazos, impactos de consequências prejudiciais ao meio ambiente, principalmente por serem áreas de maior altitude e declividade acentuada onde se encontram diversas nascentes de suma importância no ciclo hidrológico em relação às Bacias Hidrográficas da região.

Ainda assim, dependendo das permissividades elencadas no Plano de Manejo e do Licenciamento Ambiental atualizado para a atividade, a mineração pode ser feita na ASEPB e entorno, já que representa importância socioeconômica para a região,

principalmente quanto à geração de empregos. Ressalta-se, porém, que essa atividade deve ser bem recompensada, segundo as exigências legais estipuladas.

As Unidades Geoambientais da ASEPB e entorno acima descritas podem ser visualizadas na Figura 7:

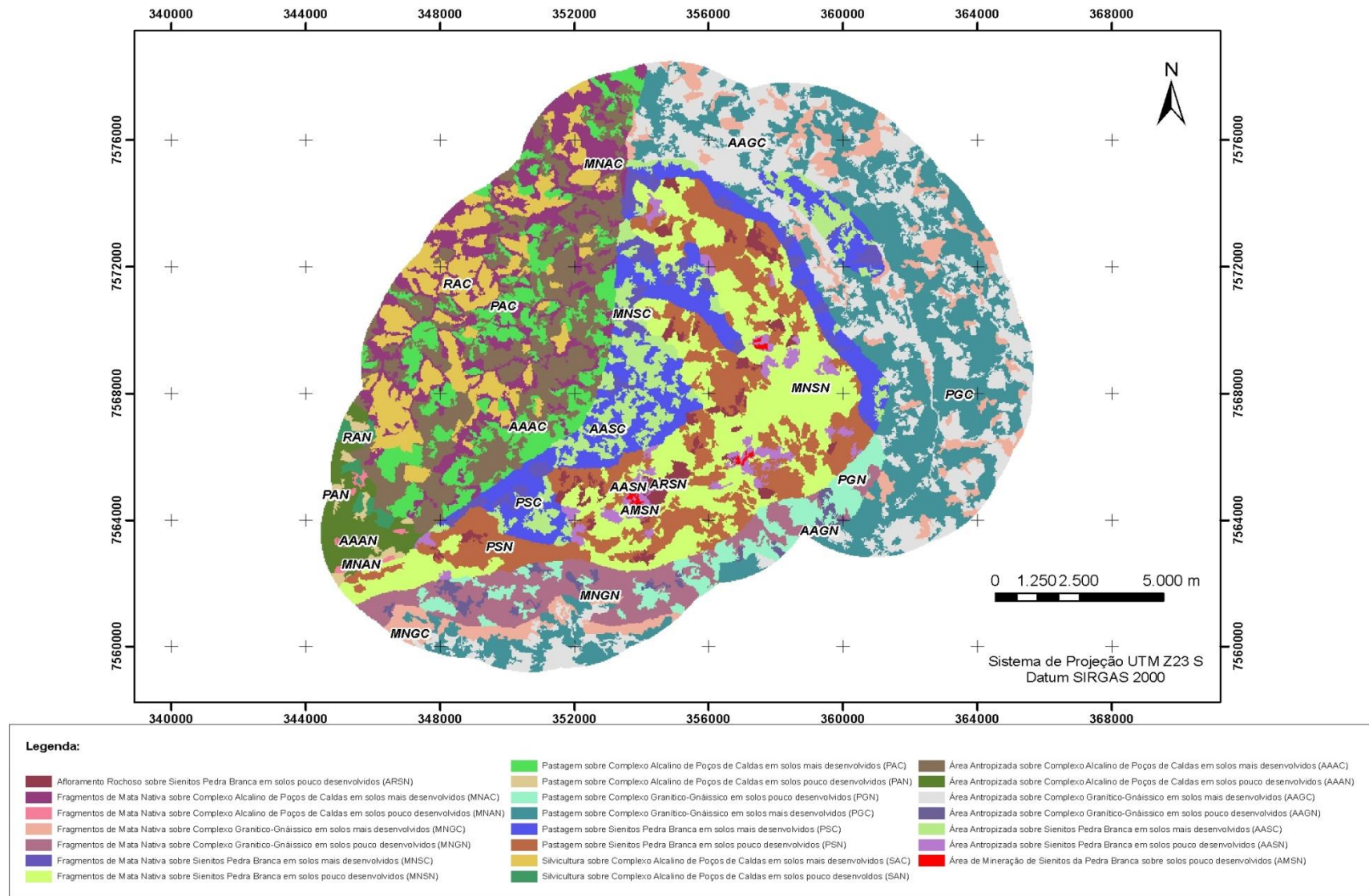


Figura 7: mapa de Unidades Geoambientais da ASEP B e entorno.

6. CONCLUSÕES

Por meio deste trabalho, ao se proceder a Estratificação Geoambiental da ASEPB e entorno, podem-se discutir aspectos da dinâmica e estrutura de sua paisagem em função das diferentes unidades geoambientais que a compõem. As áreas localizadas sobre determinada geologia apresentam solos com características e atributos relacionados a esse material de origem, bem como há relação com determinado tipo de vegetação ocorrente em cada uma dessas regiões.

Na ASEPB, as unidades geoambientais mais representativas quanto à área são PGC e AAGC, com, respectivamente, 4438,17 ha e 3187,44 ha, ambas ocorrendo sobre o litotipo Complexo Granítico-Gnáissico e Cambissolo Háplico, sendo a primeira com cobertura predominante de Pastagem, e a segunda, sob influência direta de ações antrópicas.

Por outro lado, as unidades menos representativas quanto a área foram MNAN e AMSN, com, respectivamente, 64,35 ha e 40,59 ha. A primeira diz respeito aos locais formados sobre o litotipo Complexo Alcalino de Poços de Caldas e Neossolos Regolíticos e Litólicos, apresentando cobertura de Fragmentos de Mata Nativa, cobertura esta de extrema importância à integridade do local, principalmente por apresentar solos rasos em áreas de maior altitude. Quanto à AMSN, embora seja a de menor área da ASEPB, assume grande interesse à gestão dessa UC, já que se refere ao principal problema enfrentado nos últimos tempos: a mineração e seus impactos diretos e indiretos nos recursos naturais, inclusive ao se considerar o interesse de expansão por parte das mineradoras presentes no local.

Por fim, cabe salientar a considerável importância deste trabalho, ao servir de base de dados de utilidade para a elaboração do Plano de Manejo da ASEPB e entorno, instrumento este obrigatório e de suma importância para a gestão sustentável dessa UC e dos recursos naturais que a integram.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se observarem as unidades geoambientais que integram a paisagem da ASEPB e entorno, bem como os usos atuais e potencialidades de aptidões dessas

áreas, algumas recomendações podem ser feitas, objetivando-se reconhecer usos mais adequados para cada uma delas, tais como:

- A ampliação do horizonte de utilização de seus recursos naturais de modo sustentável, como a criação de programas que possam abranger diversas formas de usos para cada Unidade Geoambiental, que levem em consideração a mitigação dos impactos ambientais atuais e que gerem renda às comunidades locais, podendo-se citar o ecoturismo, aumentando o número de trilhas ao longo da paisagem da ASEPB; os sistemas de plantio conservacionistas, como Sistemas Agroflorestais (SAF), para as unidades com aptidão para agricultura e silvicultura; e passeios guiados voltados à educação ambiental dos cidadãos, trazendo-os mais próximos da UC e mostrando-lhes a sua importância, o que pode promover maior interesse social por ela, contribuindo, assim, para a conservação dos recursos naturais da ASEPB.
- A elaboração de um Plano de Prevenção e Controle de Incêndios, que leve em consideração as áreas mais propensas a esses eventos, por meio da análise das coberturas vegetais existentes nas unidades geoambientais encontradas na ASEPB e entorno.
- Considerando-se que a área central da ASEPB apresenta características físicas e biológicas singulares, principalmente por apresentar regiões com altitudes elevadas e mais declivosas, é importante que o conselho gestor repense, principalmente, a utilização da unidade geoambiental MNSN, pois esta apresenta fitofisionomia singular pouco encontrada em território nacional (Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana ou Nebular), o que lhe confere importantes serviços ecossistêmicos e a presença de espécies endêmicas. Nesse sentido, sugere-se a criação de outra categoria de UC especificamente para essa região, podendo-se citar o Monumento Natural, por meio da qual haverá maiores restrições de usos de seus recursos naturais e, por conseguinte, a preservação garantida dos serviços ecossistêmicos propiciados nesse local, inclusive por apresentar um importante ponto turístico da região, a serra da Pedra Branca, de caráter histórico e cultural relevante para o município de Caldas e adjacências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. Meditações em torno da notícia e da crítica na geomorfologia brasileira. *Not. Geomorfológica*, ano 1, 1958, p.1-6.
- BARNES, Thomas G. *Landscape Ecology and Ecosystems Management*. Cooperative Extension Service, Lexington, n. 76, p.1-8, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- CONFORTI, Thiago Borges, RAMOS, Eliana, ADAMI, Samuel Fernando, ROSAS, Paul François Colas, FILHO, Job Jesus Batista, CAPONI, Heber Luiz, PARDALIS, André A. Zoneamento da APA “Santuário Ecológico da Pedra Branca” Unidade de Conservação Municipal, Caldas-MG. Relatório, 2007.
- CONGALTON, R. (1991) A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37:35–46.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico. INPE, São José dos Campos, SP, 1996.
- _____. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial”. INPE, São José dos Campos, SP, 2001.
- DIAS, C.T.H.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHAEFER, C. E. R.; FONTES, L. E. F.; VENTORIM, L.B. Geoambientes do Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte – MG. *Revista Arvore* v. 26, n. 6, 2002. p. 777 – 786.
- DIAS, Juliana Rodrigues. Unidades Geoambientais da Área de Proteção Ambiental da Serrinha do Alambari – Capelinha, Resende – RJ. 2007. 69p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- DRAMSTAD, OLSON, FORMAN. *Princípios de Ecologia da Paisagem em Arquitetura da Paisagem e Planejamento do Uso da Terra*. 1996. Island Press, Washington, 80p.
- ELLERT, R. Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas. *Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras USP, São Paulo*, v. 237, n.18, p.5-63, 1959.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, 306 p.
- EUCLYDES, A.C.P & MAGALHÃES, S.R.A. A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Gerais: algumas reflexões. *Geografias*, vol.02 39-55, Belo Horizonte, 2006.

FERNANDES, André Luís Valverde; IZIPPATO, Flávia Joise; OLIVEIRA, Wallace de. Utilização de SIG e Técnicas de Geoprocessamento como Subsídio à Caracterização e Análise de Uso da Terra no Município de Água Clara/MS para Fins de Planejamento Ambiental. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S.l.], v. 7, n. 2, nov. 2011. ISSN 1980-0827. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/122>. Acesso em: 19 nov. 2018.

FERREIRA, E., DANTAS, A. A. A., MORAIS, A. R. de. Exatidão na classificação de fragmentos de matas em imagem do satélite Cbers-CCD, no município de Lavras, MG. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 887-894.

HACKSPACHER, P. C.; GODOY, A. M. (1999) Vertical displacement during late-collisional escape tectonics (Brasiliano Orogeny) in the Ribeira Belt, São Paulo State, Brazil. Journal of African Earth Sciences, v. 29, p. 25-32

IBAMA. Unidades de Conservação Federais em Santa Catarina. Florianópolis: IBAMA (SUPES/SC), Núcleo de Educação Ambiental, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Carta do Brasil – escala 1:50.000. 1972.

_____. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed., 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 10 nov 2018.

_____. Manual Técnico de Pedologia. 2ª ed., 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

_____. Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 2ª ed., 2004. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf>. Acesso em: 18 de set. 2018.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/8654-governo-pretende-aumentar-numero-de-ucs>. Acesso em: 22 ago. 2018.

IUCN – International Union for Conservation of Nature. Guidelines for applying protected area management categories. 2008. Disponível em: <https://www.iucn.org/>. Acesso em: 20 out. 2018.

LANDIS, J. R., KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977; 33:159-75.

LIMA, Walter de Paula. Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas. 2ª ed. USP, Piracicaba, 2008.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Geographic Information Systems and Science. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

MACIEL, A. B. C., LIMA, Z. M. C. O Conceito de Paisagem: diversidade de olhares. *Sociedade e Território*, Natal, v. 23, nº 2, p. 159 - 177, jul./dez. 2011.

MENDONÇA, B. A. F., FILHO, F., INÁCIO, E., SCHAEFER, C. E. G. R., SIMAS, F. N. B., JUNIOR, V., LISBOA, B. de A. R., MENDONÇA, J. G. F. Solos e Geoambientes do Parque Nacional do Viruá e Entorno, Roraima: visão integrada da paisagem e serviço ambiental. *Ciênc. Florest.*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 427-442, June 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198050982013000200427&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 19 nov. 2018.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*: 2001. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12>. Acesso em: 22 ago. 2018.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. Diversidade. Convenção da Diversidade Biológica. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/convencao-da-diversidade-biologica>>. Acesso em: 20 ago. 2018

_____. Áreas Protegidas - Instrumentos de Gestão. Corredores Ecológicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/corredores-ecologicos>. Acesso em: 9 de nov. 2018.

MORAES, Fernanda Tonizza. Heterogeneidade ambiental e lepidópteros frugívoros como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. 2003. 89p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

_____. Zoneamento geoambiental do planalto de Poços de Caldas, MG/SP a partir de análise fisiográfica e pedoestratigráfica. 2007. 173p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Disponível em: file:///C:/Users/Positivo/Desktop/TCC/Nova%20pasta/dados/moraes_ft_dr_rcla.pdf, acesso em 22 de agosto de 2018.

ODUM, E. P.; BARRET, Gary W. *Fundamentos de Ecologia*. 5. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

PELLIZZARO, Patrícia C., HARDT, Letícia P. A., HARDT, C., HARDT, M., SEHLI, D. A. Gestão e manejo de áreas naturais protegidas: contexto internacional. *Ambient. soc.* [online]. 2015, vol.18, n.1, pp.19-36.

PERROCA, M. G., GAIDZINSKI, R. R. Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. *Rev Esc Enferm USP* 2003; 36(3):245-52.

PRINA, B.Z.; TRENTIN, R. GMC: Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS®. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa/PB INPE. p.0131-0139.

RIBEIRO, B. M. G., FONSECA, L. M. G., KUX, H. J. H. Mapeamento da Cobertura do Solo Urbano Utilizando Imagens Worldview-li e o Sistema Interimage. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. *Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto – SBC*. 2011.

RICKLEFS, R.E. A economia da natureza. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.

ROSA, Amália Eugênia Matavelli. Revisitação de Bromeliaceae na APA Santuário ecológico da Pedra Branca Caldas, MG. 2011. 100 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87837>>, acesso em 20 de agosto de 2018.

SANTOS, J. S. Influência da Permeabilidade da Matriz e da Heterogeneidade da Paisagem na Conservação da Biodiversidade de Mamíferos Terrestres. 2014, Tese (Doutorado).INPE: São José dos Campos. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2014/10.22.19.05/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2018.

SCHAEFER, C. E. G. R. Ecogeography and human Scenario in northeast Roraima. Ciência e Cultura, v. 49, n. 4, p. 241-252, 1997.

SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R., ALBUQUERQUE, M.A, CHARMELO, L.L., CAMPOS, J. C. F. & SIMAS, F. N. B. 2000. Elementos da paisagem e gestão da qualidade ambiental. Informe Agropecuário 21(202): 20-44.

SCHAEFER, C. E. G. R., E. LIMA NETO, G. R. CORRÊA, F. N. B. SIMAS, J. F. CAMPOS, B. A. F. MENDONÇA & J. A. NUNES, 2016. Geoambientes, solos e estoques de carbono na Serra Sul de Carajás, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais 11(1): 85-101.

SCHENINI, Pedro Carlos, COSTA, Alexandre Marino, CASARIN, Vanessa Wendt. Unidades de Conservação: Aspectos Históricos e sua Evolução. 2004. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFS, Florianópolis.

SHAFFER, C.L. Nature reserves: island theory and conservation practice. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990. 185p.

SILVA, W. A., CARVALHO, D. F., VARELLA, C. A. A., CEDDIA, M. B., Sistema de Informação Geográfica para Mapeamento da Renda Líquida Aplicado no Planejamento da Agricultura Irrigada. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.1, p.76-85, jan./mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n1/a08v28n1.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

TEDESCHI, Mahyra Ferreira, VIEIRA, Pedro Leonardo Nicolau do Carmo Rossi, NOVO, Tiago Amâncio Novo. Projeto Fronteiras de Minas Gerais - Folha Caldas sf.23-v-d-iv / Folha Poços de Caldas sf.23-v-c-vi, escala 1:100.000. 2015. 81p. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: file:///C:/Users/Positivo/Desktop/Caldas_PocosdeCaldas_Relatorio1.pdf, acesso em 27 de agosto de 2018.

TURNER, M. G., GARDNER, R. H. Métodos Quantitativos em Ecologia da Paisagem. 1991. Ecological Studies Vol. 82, Springer-Verlag, Berlin, 536p.

VALLEJO, L. R. Unidade de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e políticas públicas. *GEOgraphia*, Rio de Janeiro, v.4, n.8, p.57-78, 2002.

VUOLO, F., MATTIUZZI, M., ATZBERGER, C. (2015). Comparison of the Landsat Surface Reflectance Climate Data Record (CDR) and manually atmospherically corrected data in a semi-arid European study area. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 42: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.05.03>.