



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Gabriel Spínola Garcia Távora

**Contribuição metodológica para identificação e mapeamento
das funções geoecológicas: O caso da Bacia do Córrego do
Pito Aceso, Bom Jardim - RJ**

Orientador:

Prof. Dr. Raul Sanchez Vicens

Co-orientadora

Dr^a Ana Paula Dias Turetta

Niterói-RJ
2014

Gabriel Spínola Garcia Távora

**Contribuição metodológica para identificação e mapeamento
das funções geoecológicas: O caso da Bacia do Córrego do
Pito Aceso, Bom Jardim - RJ**

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal Fluminense, como
parte do requisito para a obtenção do
grau de mestre em Geografia. Área de
concentração: Ordenamento territorial
ambiental

Orientador:

Prof. Dr. Raul Sanchez Vicens

Co-orientadora

Dr^a Ana Paula Dias Turetta

Niterói-RJ
2014

T234

Távora, Gabriel Spinola Garcia

Contribuição metodológica para identificação e mapeamento das funções geoecológicas: o caso da bacia do Córrego do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ / Gabriel Spínola Garcia Távora. – Niterói : [s.n.], 2014.

136 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2014.

1.Geoecologia da paisagem. 2.Bacia hidrográfica. 3.Unidade de paisagem. 4.Serviço ambiental. 5.Função geoecológica. 6.Bacia do Pito Aceso (Bom Jardim, RJ). I.Título.

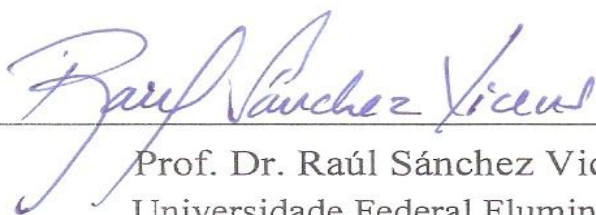
CDD 574.5098153

Contribuição metodológica para identificação e mapeamento das funções
geoecológicas: O caso da Bacia do Córrego do Pito Aceso, Bom Jardim-RJ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Geografia da Universidade
Federal Fluminense, como requisito parcial
para obtenção do Grau de Mestre em
Geografia. Área de Concentração:
Ordenamento Territorial

Aprovada em 14 de julho de 2014.

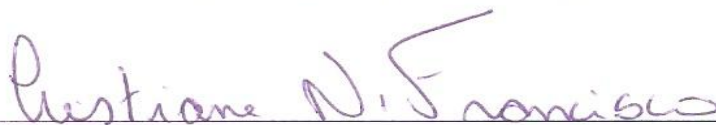
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Raúl Sánchez Vicens
Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Claudio Belmonte de Athayde Bohrer
Universidade Federal Fluminense



Prof.ª Dra. Cristiane Nunes Francisco
Universidade Federal Fluminense



Prof.ª Dra. Monika Richter
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha família por todo o carinho e incentivo em mais um momento importante da minha vida.

Depois gostaria de agradecer ao professor Raul Vicens, meu orientador, que me ajudou muito na construção desta dissertação. Sem ele, com certeza, não teria conseguido de desenvolver a pesquisa;

À Dr^a Ana Paula Dias Turetta, minha co-orientadora, que esteve durante toda a pesquisa ao meu lado, tirando minhas duvidas, ajudando a pensar, lendo as inúmeras versões, sempre simpática e solícita.

Aos meus amigos da turma de 2012 que foram parte muito importante dessa jornada e sem dúvida tornaram meus dias de UFF e noites de Cantareira muito mais agradáveis: Marcelo, Martim, Marcinha, Paulinha, Rafa, Watuse, Aline, Mateus, Alexandre, Arthur, Zé Victor e o Danni;

Aos meus companheiros de laboratório, Jemisson, Pedro José, Sílvio e Felipe Cronemberguer, que contribuíram muito para produção dos resultados, auxílio no mapeamento de unidades de paisagem e, principalmente, por tornarem a o processo de construção da dissertação mais divertido.

Aos professores Claudio Belmonente e Flavio Nascimento pelo acompanhamento do trabalho através da participação nas bancas.

À CAPES pelo financiamento da pesquisa, através da concessão de bolsa de estudos.

RESUMO

As alterações nos padrões de consumo e o aumento de demanda por recursos naturais, referendados pelo discurso do progresso econômico, têm reflexos diretos nas mudanças de uso e cobertura da terra, impactos determinantes para o funcionamento dos serviços ambientais. A proposta deste estudo é compreender o funcionamento geossistêmico e analisar as funções geoecológicas existentes na bacia do Pito Aceso, uma vez que a compreensão de tais funções visa subsidiar trabalhos futuros que tenham como tema o funcionamento dos serviços ambientais. Portanto, o objetivo central desta pesquisa é identificar e espacializar as potenciais funções geoecológicas existentes na Bacia do Pito Aceso, localizada no município de Bom Jardim na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. Para que fosse possível alcançar o objetivo proposto ao longo do trabalho foram delimitadas as unidades de paisagens. As unidades de paisagem foram caracterizadas conforme os níveis hierárquicos, desta forma, foram delimitadas 7 unidades de 1ª ordem, 12 unidades de 2ª ordem e 23 unidades de 3ª ordem. Após a delimitação das unidades de paisagem foram selecionadas 12 funções geoecológicas, 7 funções de regulação, 3 funções de produção, 1 função de habitat e 1 função de informação. Com base nas unidades de paisagem de 3ª ordem e nas funções geoecológicas foi montada uma tabela de correlação que foi preenchida utilizando o método Delphi de consulta de especialistas. Nesta tabela os especialistas deveriam responder qual grau de relevância que uma determinada função tem em uma unidade de paisagem específica. O resultado da espacialização das funções geoecológicas mostrou que das 23 unidades de paisagem, seis unidades apresentam relevância para as funções de habitat, informação e regulação, quatro apresentaram relevância para todos os tipos de funções, cinco apresentaram potencial para prover funções de produção e regulação, uma unidade apresentou potencial para funções de manutenção de habitat e informação. Por fim, sete unidades apresentaram relevância para somente uma categoria de função, sendo que destas, seis foram relevantes para a função de produção e uma para a função de regulação. No que diz respeito à bacia do Pito Aceso, percebemos que o alto grau de preservação da bacia pode vir a gerar grande gama de funções geoecológicas. Além disso, as diferentes formas de manejo da bacia também foram responsáveis por essa diversidade espacial, no tange à provisão de funções. Com relação à metodologia esta ainda carece de melhorias. Contudo, ressaltamos a principal contribuição dessa metodologia foi à utilização do resultado de classificação e cartografia da paisagem, pois com isso foi permitida a delimitação de diferentes espaços dentro da área da bacia, conforme as inter-relações de cada um dos componentes físico-geográficos analisados, o que possibilitou a espacialização das funções geoecológicas.

Palavras - chave: Bacia Hidrográfica, Unidades de Paisagens, Geoecologia da Paisagem, Serviços ambientais e Funções Geoecológicas.

ABSTRACT

Changes in consumption patterns and increased demand for natural resources, endorsed by the discourse of economic progress, have direct effects on land use change, land cover and it's decisive for the functioning of ecosystem services impacts. The purpose of this study is to understand the functioning of the natural systems and analyze existing geoecological functions in the Pito Aceso basin, since the understanding of such functions aims to support future works that have as its theme the functioning of environmental services. Therefore, the central goal of this research is to identify and map potential existing in the geoecological functions in Pito Aceso Basin, with is located in the municipality of Bom Jardim in the mountainous region of the State of Rio de Janeiro. To enable it to achieve the proposed objective throughout the work were delineated landscapes units. Landscape units were characterized as hierarchical levels, thus, were seven landscape units of first order, twelve landscape units of second order and twenty tree landscape units of third order were identified. . After this step, twelve geoecological functions were selected: seven regulatory functions, three production functions, one habitats function and one information function. Based on third order landscape units and on the geoecological functions, a correlation matrix was defined, using the Delphi method of expert consultation. In this matrix, the experts should answer what degree of relevance that a function has in a landscape unit. This information was the base to generate a synthesis map, to facilitate the functions understanding was generated. This map highlighted the potential of landscape to generate geoecological functions and has the possibility to be used for stakeholders take decisions about the landscape planning. The result of the geoecological functions spatialization showed that 23 of the landscape units, six units were relevant to the functions of habitat, regulation and information , four showed significance for all types of functions, five had the potential to provide production and regulation functions, one unit had the potential for habitat maintenance and information functions. Finally, seven units had relevance to only one category of function, and of these, six were relevant to the production function and one for the regulatory function.. With regard to the Pito Aceso basin, realized that the high degree of preservation of the basin is likely to generate wide range of geoecological functions. Furthermore, different forms of watershed management were also responsible for this spatial diversity in relation to the provision of functions. Regarding this methodology still needs improvement. However, we highlight the main contribution of this methodology was to use the results of classification and mapping of the landscape because it delimitation of different spaces was allowed inside the basin area, as the interrelationships of each physical-geographic components analyzed, which allowed the spatial distribution of geoecological functions.

KEY - WORDS: Watershed, Landscapes Units, Geoecology, Environmental services and Geoecological functions

FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1- Localização da Bacia do Pito Aceso.....	4
Figura 2: Esquema de Geossistemas elaborado por Bertrand (1971).....	11
Figura 3- Diagrama de estrutura e das funções e serviços ambientais.....	23
Figura 4– Funções geoecológicas.....	32
Figura 5- Fluxograma de Procedimentos metodológicos e etapas da pesquisa.....	35
Figura 6 - Terreno Oriental da Faixa Ribeira na Região Serrana Fluminense.....	53
Figura 7 – Unidades Morfoesculturais da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.....	61
Figura 8 – Unidades Geomorfológicas da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.....	62
Figura 9- Perfil Esquemático da Floresta Ombrófila Densa.....	68
Figura 10 – Fotograma ilustrativo das unidades de paisagem I.....	84
Figura 11 – Fotograma ilustrativo das unidades de paisagem II.....	91
Gráfico 1 - Precipitação pluviométrica mensal na Bacia do Pito Aceso de 2005 a 2007.....	56
Gráfico 2 – Área das formas do Relevo.....	66

TABELAS

Tabela 1- Classes dos compartimentos de relevo da bacia do Pito Aceso.....	38
Tabela 2- Classes de uso da terra e respectivas respostas espectrais da imagem World View® e correspondência em campo.....	41
Tabela 3 – Critérios para classificação dos grupos de paisagem.....	45
Tabela 4 – Lista das funções Geoecológicas e suas respectivas descrições.....	47
Tabela 5 - Cálculo de áreas para as classes de uso do solo obtidas.....	69
Tabela 6 - Unidade de paisagem de 1ª ordem.....	74
Tabela 7 – Área de todas as unidades de 2ª ordem e a relação entre a área da unidade e a área da bacia.....	77
Tabela 8 – Unidades de paisagem e código hierárquico.....	93
Tabela 9 - Relação entre as Unidades de Paisagem e as Categorias das Funções.....	104

MAPAS

Mapa 1 – Mapa da geologia da Bacia do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ.....	54
Mapa 2– Mapa pedológico da Bacia do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ. Fonte: Chagas et. al., (2013).....	58
Mapa 3 – Mapa Geomorfológico da Bacia do Pito Aceso.....	65
Mapa 4 – Mapa de uso e cobertura da Bacia do Pito Aceso no ano de 2010.....	72
Mapa 5- Unidades de paisagens de 1ª ordem.....	75
Mapa 6 - Unidades de Paisagens de 2ª ordem.....	78
Mapa 7 - Unidades de Paisagens.....	81
Mapa 8 – Mapa de Síntese das funções geoecológicas.....	94

Sumário

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação do tema.....	1
1.2 Caracterização histórica e espacial da área de estudo.....	3
1.3 Objetivos.....	5
CAPÍTULO 2- BASE TEÓRICO-CONCEITUAL.....	6
2.1 A paisagem enquanto categoria de análise.....	6
2.2 Geoecologia de paisagens como caminho metodológico.....	13
2.3 Unidades de Paisagem.....	15
2.4 Funções geoecológicas.....	21
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	34
3.1 Etapas e procedimentos metodológicos da pesquisa.....	34
CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES NATURAIS DA BACIA DO PITO ACESO.....	52
4.1 Geologia.....	52
4.2 Clima.....	56
4.3 Solos.....	57
4.4 Geomorfologia.....	60
4.5 Caracterização fitogeográfica da Bacia do Pito Aceso.....	67
CAPÍTULO 5 - CLASSIFICAÇÃO E CARTOGRAFIA DA PAISAGEM DA BACIA DO PITO ACESO.....	73
5.1 Resultados do processos de classificação e cartografia da paisagem.....	73
5.2 Descrição hierárquica da paisagem.....	83
CAPÍTULO 6 - IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTOS DAS FUNÇÕES GEOECOLÓGICAS NA BACIA DO PITO ACESO.....	92
6.1-Mapeamento e análise das Funções Geoecológicas.....	92
CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do tema

A temática ambiental tem, cada vez mais, conquistado notoriedade nos debates da sociedade, principalmente, a partir da década de 1960, quando se verifica o desenvolvimento de estudos e o surgimento de um pensamento epistemológico que tomou o ambiente como objeto de reflexão. Tal pensamento vai além do que se compreende como ecologia, busca abarcar toda a complexidade do mundo atual. Leff (2001) discorre sobre como a crise ambiental contribuiu para a discussão em torno da desta questão e para o desenvolvimento de um pensamento epistemológico pautado na questão ambiental:

Esta crise se apresenta a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento ecológico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. Mas também crise do pensamento ocidental [...] (LEFF, 2001, p. 191).

Por conta disso, pode-se compreender esta crise como resultado do modelo de desenvolvimento empregado pelas diferentes nações do mundo, tendo como característica a busca incessante de um crescimento econômico. Ademais, tal modelo acirrou não só os problemas de desigualdade social como também acarretou diversos ônus ambientais observados nas mais diversas escalas e que afetam a sociedade como um todo. Há de se ressaltar, ainda, que problemas ambientais são gerados, muitas vezes, pelo modelo de desenvolvimento atual, em que pequenos grupos obtêm benefícios, e diferenças sociais são realçadas (SOUZA, 2000).

As alterações nos padrões de consumo e o aumento de demanda por recursos naturais, referendados pelo discurso do progresso econômico, têm reflexos diretos nas mudanças de uso e cobertura da terra, impactos determinantes para o funcionamento dos serviços ambientais.

No caso do bioma Mata Atlântica, que sofreu e ainda sofre intensa pressão resultante da mudança da paisagem, uma vez que nesse bioma é que está concentrada a maior parte da população brasileira, a preservação dos seus fragmentos florestais é de suma importância para manutenção dos serviços ambientais. Especificamente, no caso da região serrana do Estado do Rio de Janeiro, esse bioma conjuga remanescentes florestais com uso agrícola em pequenas

propriedades. Nesse sentido, o conhecimento acerca do funcionamento do ecossistema florestal constitui importante passo para criação de políticas de conservação e recuperação dos fragmentos de Mata Atlântica. Além disso, a valorização dos serviços ambientais pode ser vista como uma forma de incentivar e difundir práticas sustentáveis no ambiente rural (TURETTA *et al.*, 2010).

A pesquisa se desenvolveu na bacia hidrográfica do Pito Aceso, localizada no município de Bom Jardim, região serrana do Estado do Rio de Janeiro, alvo de uma série de projetos da EMBRAPA SOLOS nos últimos anos. Na bacia, foram realizadas pesquisas, como as de Coutinho *et al.* (2006), que avaliaram a dinâmica de carbono e de nutrientes, e a de Prado *et al.* (2009), que listaram as características da dinâmica de uso e cobertura da área da bacia.

A proposta deste estudo é compreender o funcionamento geossistêmico e analisar as funções geoecológicas existentes na bacia do Pito Aceso, uma vez que a compreensão de tais funções visa subsidiar trabalhos futuros que tenham como tema o funcionamento dos serviços ambientais. Tal conhecimento torna-se relevante para a recuperação, conservação e manejo dos remanescentes da Mata Atlântica. O estudo das funções geoecológicas existentes pode contribuir metodologicamente para balizar as decisões de agricultores, de gestores e de outros usuários dos recursos naturais. Além disso, com a produção de mais e melhores informações científicas a respeito de recursos naturais e de melhores formas de uso e manejo da terra, será possível contribuir para a tomada de decisões práticas que promovam melhorias ambientais e contribuam para o desenvolvimento sustentável (BICALHO; HOEFLE, 2002). A caracterização das funções geoecológicas existentes, com base em um contexto geográfico, foi necessária, pois se deu maior ênfase à questão espacial das funções, ou seja, buscou-se entender como as funções geoecológicas se apresentam nas diferentes unidades de paisagem. E ao abordar tais funções no contexto da Geografia, com base na teoria sistêmica, pressupõe-se que esses elementos compõem o espaço geográfico. Ademais, ao se trabalhar com bacias hidrográficas como unidade espacial, é possível ter uma visão sistêmica do ambiente. Além da contribuição à comunidade científica no tocante ao entendimento das funções geoecológicas, este projeto de pesquisa tem por finalidade contribuir para ações de conservação e recuperação do bioma Mata Atlântica.

1.2 Caracterização histórica e espacial da área de estudo

A história da área de estudo remonta à história do próprio município de Bom Jardim, fundado na época colonial e profundamente ligado à história dos municípios de Cantagalo e de Nova Friburgo. Durante o século XVIII, mais precisamente por volta de 1767, foram implantadas algumas áreas de repousos para abrigar viajantes e garimpeiros que procuravam as terras auríferas de Cantagalo, próximas ao rio Macacu. Além disso, colonos de origem europeia, especialmente suíços e alemães, atraídos pelo clima e pela fertilidade das terras que compensavam as desvantagens de um relevo bastante acidentado, e influenciados pela expansão da cultura cafeeira, foram se fixando ao longo do Vale do Rio Grande. Em 1857, foi fundada por colonos alemães, às margens do rio São José, a freguesia de São José do Ribeirão, no município de Nova Friburgo (CASTANEDA *et al.*, 2010; MENDES, 2006).

A consolidação do núcleo de Bom Jardim está ligada ao desenvolvimento da rede de estradas, que tinha como objetivo facilitar a comercialização da produção de café. Por volta de 1861, com a construção da Estrada de Ferro Cantagalo, acelerou-se o desenvolvimento da região, fazendo com que o núcleo de Bom Jardim ganhasse mais importância que o núcleo de São José do Ribeirão, tornando aquele a sede do município de Bom Jardim, que fora criado em 1892. No ano de 1943, por conta de um decreto estadual, o município passou a chamar-se Vergel. Porém, em 20 de junho de 1947, o município voltou a se chamar Bom Jardim (CASTANEDA *et al.*, 2010; MENDES, 2006).

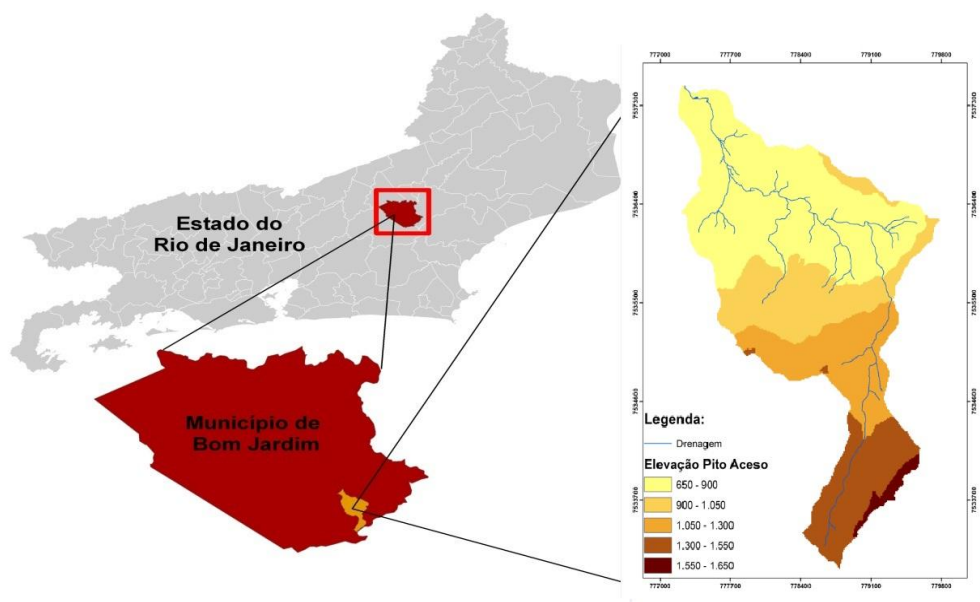
Com a decadência da produção de café na década de 1930, as fazendas próximas ao Rio Grande foram sendo loteadas e integradas à malha urbana; a ferrovia foi desativada e sua área aproveitada para a expansão do sistema rodoviário no município. A pecuária foi introduzida na região para substituir a produção cafeeira. O emprego de formas mais diversas de exploração econômica foi dificultado em razão de o relevo ser bastante acidentado, por conta disso, o município continua, até hoje, tendo como principais fontes de renda a pecuária e a produção de culturas anuais com baixas técnicas de mecanização (CASTANEDA *et al.*, 2010; MENDES, 2006).

De acordo com o censo 2010, o município de Bom Jardim tinha, então, uma população de 25.333 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica de 60 habitantes/km². Essa população representa 3,1% do contingente populacional da região serrana.

A bacia do Pito Aceso (*figura 1*) possui uma área de 500 hectares, essencialmente rural, localizada no 4º Distrito (Barra Alegre) do município de Bom

Jardim-RJ, colonizado por famílias de imigrantes europeus que lidavam com a atividade agrícola, portanto, apresenta o mesmo padrão de ocupação que o da sede do município.

Figura 1- Localização da Bacia do Pito Aceso



Fonte: elaborado pelo autor

A produção agrícola é a principal atividade econômica exercida na área de estudo. Segundo Mendes (2006), o município de Bom Jardim é um dos maiores olericultores (espécies vegetais de cultivos temporários e de grande importância econômica, como alface, repolho, batata, feijão, mandioca e milho) da região serrana do Rio de Janeiro.

O sistema agrícola, tanto na bacia como no município, costumava utilizar a prática do sistema agroflorestal de pousio. Contudo, essa prática conservacionista foi se perdendo com o passar do tempo. Como a área da bacia se localiza em uma região com histórico de problemas erosivos, em função de elevadas taxas de precipitação e do relevo acidentado, essa prática transformou-se em importante instrumento para minimização dos impactos referentes às atividades agrícolas em sítios com esse tipo de topografia e precipitação (COUTINHO *et al.*, 2006).

A prática do sistema agroflorestal de pousio ou de agricultura migratória ou itinerante pode ser entendida como a forma de uso do solo com cultivos temporários em parcelas, no período de três até cinco anos e, posteriormente, com o descanso. Ou seja, após o período de cultivo, o solo é mantido intocado durante algum tempo,

podendo variar entre três e dez anos. Essa técnica permite a regeneração da vegetação a partir do banco de sementes existentes no solo ou de fragmentos florestais adjacentes trazidos pelo vento ou por animais. A regeneração da vegetação contribui com a reposição dos nutrientes retirados pela produção agrícola, a partir da elevada deposição de serapilheira propiciada pelos sistemas florestais, permitindo, ainda, melhorias nas características físicas e biológicas dos solos (COUTINHO *et al.*, 2006).

Entretanto, tais práticas estão sendo postas de lado, porque há uma pressão conservacionista exercida pelos órgãos de fiscalização que buscam a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica e que, por meio de dispositivos legais como a Lei n.º 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica), que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão da vegetação primária em bioma de Mata Atlântica têm feito com que os pequenos produtores reduzam o período de pousio, evitando o enquadramento de referidas áreas na categoria geral de capoeira em estágio médio de sucessão, o que impede a reutilização da área para a função produtiva (PRADO *et al.*, 2009).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Central

O objetivo central desta pesquisa é identificar e espacializar as potenciais funções geoecológicas existentes na bacia do Pito Aceso, a partir do mapeamento das unidades de paisagem.

1.3.2 Objetivos Específicos

Podemos estabelecer como objetivos específicos deste trabalho:

- Caracterizar as componentes naturais da bacia do Pito Aceso;
- Realizar o mapeamento geomorfológico da bacia;
- Classificar e fazer a cartografia das paisagens da bacia;

CAPÍTULO 2- BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

2.1 A paisagem enquanto categoria de análise

A preocupação com as questões ambientais tem promovido muitos avanços tanto no campo teórico-conceitual, como também no desenvolvimento de metodologias que visam à compreensão de tais problemáticas, assim como à busca por soluções. Nesse sentido, a paisagem surge como um conceito-chave no tocante às análises espaciais, tanto na Geografia, como nas demais áreas do conhecimento, que têm na questão ambiental um dos seus objetos de estudo (ROSS, 2006; GUERRA; CUNHA, 1994; RODRIGUEZ *et al.*, 2007; FUSALBA, 2009).

Somente durante o século XIX é que a Geografia obteve caráter de ciência e disciplina acadêmica e, concomitantemente a isso, o termo paisagem começou a se fazer presente nos estudos geográficos, assim como os conceitos de região, lugar e espaço. De acordo com Bolós (1992), o termo paisagem passa a ser largamente empregado na Geografia a partir do século XIX e, em geral, é entendido como o conjunto de formas que caracterizam determinado setor da superfície terrestre.

Dentro da Geografia, o conceito de paisagem começou a ganhar notoriedade já no século XIX e teve como principais expoentes para seu desenvolvimento as obras de Humboldt, as quais serviram de inspiração para diversos estudos geográficos desenvolvidos posteriormente, principalmente para a escola russo-soviética e alemã (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Segundo Rodriguez *et al.* (2007), além das escolas russo-soviética e alemã, as escolas francesa, anglo-saxônica e a europeia ocidental também se dedicaram aos estudos da paisagem dentro da ciência geográfica, as quais se diferenciavam daquelas escolas pelo fato de estas analisarem a paisagem como espaço social ou uma entidade perceptiva. Para as escolas francesa, anglo-saxônica e europeia, a paisagem natural se contextualizava por ser somente uma visão fragmentada dos componentes naturais. Ainda segundo Rodriguez (*op. cit.*), as escolas russo-soviética e alemã tinham em comum o fato de preconizar uma análise do todo a partir de uma dimensão espacial.

No tocante à obra de Alexander von Humboldt, pode-se destacar que ele foi o primeiro a apresentar o funcionamento do conjunto da estrutura da superfície terrestre de modo coerente, já que optou por fazer uma abordagem da superfície terrestre enquanto conjunto. Além disso, em sua análise, deu importância às relações existentes entre os elementos, definindo esse conjunto funcional como um “organismo

vivo”. As concepções de Humboldt remetem à noção de paisagem integrada ou de complexo natural integrado, uma vez que, para ele, a natureza (incluindo o homem) vive graças a uma mudança contínua de formas e movimentos internos (BOLÓS, 1992).

Na concepção soviética, trabalhada inicialmente por Dokuchaev, a paisagem era entendida como sendo uma totalidade dialética natural. Essa concepção trabalhava a análise da paisagem a partir de uma abordagem metodológica ecológico-paisagística, que incluía em suas análises tanto os componentes naturais como também o homem e a sociedade. O desenvolvimento dessa corrente epistemológica soviética é fruto de duas condições. A primeira diz respeito ao uso da doutrina marxista, que tinha suas concepções pautadas na análise do materialismo histórico-dialético. A segunda condição trata da construção de um Estado socialista baseado no planejamento centralizado que precisava conhecer a paisagens para poder transformá-las e dominá-las (VICENS, 2013).

Concomitantemente a esse período, durante a segunda metade do século XIX e início do século XX, o geógrafo alemão Ferdinand von Richtofen lançou à luz a teoria que explica a unidade e a complexidade da superfície terrestre, a partir da conexão da atmosfera, da hidrosfera, da litosfera, e da biosfera, resultado dessa interconexão (DIAS, 1998). Ainda de acordo com Dias (1998), foi também nesse período que o inglês J. Ch. Smuts lançou a doutrina do holismo, segundo a qual tanto o universo quanto suas partes constituintes têm a tendência de formar “unidades globais”, em que cada elemento aparece disposto, interconectado e estruturado de uma determinada maneira. Portanto, “estas unidades globais – compostas da matéria inerte, matéria viva e ‘matéria pensante’ (homem) –, não se reduzem nunca à soma de seus elementos constituintes” (DIAS, 1998).

A teoria holística teve forte influência para a formulação da teoria sistêmica. Influenciou o modo de o homem entender sua relação com o meio, esse começou a se perceber como sendo parte integrante desse todo complexo (RODRIGUEZ e SILVA, 2006; VICENS, 2013).

A abordagem sistêmica, ou a análise integrada do ambiente, tem sido empregada na Geografia e, principalmente, na Geografia Física, a partir da perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas, desenvolvida na década de 1930, por Bertalanffy. Esta teoria tem como principal noção o princípio de integração entre os elementos que compõem o sistema. Tal princípio tem sua origem na busca pela compreensão da totalidade do objeto, percebendo-o como um todo integrado, resultado da dinâmica entre os seus componentes.

Por conta disso, compreende-se que a visão sistêmica, enquanto princípio filosófico, tem suas metodologias filosóficas enraizadas nos fundamentos da dialética materialista (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

No caso da ciência geográfica, a Teoria Geral dos Sistemas foi de grande importância para os estudos integrados do espaço geográfico, pois suas abordagens, conjuntamente com o desenvolvimento da Ecologia, resultaram no estabelecimento das ideias de geossistema, as quais, por sua vez, foram de grande valia para o desenvolvimento dos estudos geográficos, principalmente da Geografia Física, por ter conferido caráter metodológico, facilitando e incentivando os estudos integrados da paisagem. Além disso, contribuiu para as análises ambientais em Geografia, já que permitiram a análise prática do espaço geográfico (NASCIMENTO E SAMPAIO, 2005).

O conceito de geossistema foi inicialmente proposto pelo geógrafo russo Sotchava, na década de 1960, e tinha como pressuposto fazer uma análise das paisagens complexas a partir da visão sistêmica. De acordo com Sotchava (VICENTE E PEREZ FILHO, 2003), os geossistemas podem ser assim definidos:

[...] *formações naturais* que obedecem à dinâmica dos fluxos de matéria e energia, inerentes aos sistemas abertos que, conjuntamente com os aspectos antrópicos, formam um modelo global de apreensão da paisagem, inserindo, pois, de maneira isonômica, o homem na sua interação com o meio natural e na formação e evolução da paisagem (Vicente e Perez Filho, 2003, p. 336).

Por tratar-se de uma classe peculiar de sistemas abertos e hierarquicamente organizados, os geossistemas podem constituir tanto uma área elementar da superfície terrestre como o geossistema planetário. Essas áreas, que formam um geossistema aberto, podem ser classificadas como unidades dinâmicas. Segundo Ross (2006), as unidades dinâmicas são manifestações no espaço físico-territorial, as quais possibilitam a distribuição dos componentes e asseguram a integridade funcional de um geossistema, que pode ser de diversas categorias dimensionais (planetário, regional, topológico ou intermediário), e são definidas pelas especificidades da organização espacial do geossistema.

Em sua proposta, Sotchava estabelece duas categorias de geossistemas, relacionadas com os procedimentos de mapeamento e espacialização nas diferentes escalas. De acordo com referido autor, as categorias são: os geômeros, unidades territoriais homogêneas, e os geócoros, que definem espaços territoriais com unidades espaciais heterogêneas. Essas categorias são divididas em três níveis taxonômicos –

topológico, regional e planetário – sendo que cada umas dessas unidades estão inter-relacionadas, mas também independentes entre si (MAGALHÃES *et al.*, 2010).

Apesar do conceito de ecossistemas ter influenciado o conceito de Sotchava, não podemos confundir os dois conceitos, uma vez que o conceito de ecossistema está associado à Ecologia, abrange complexos biológicos monocêntricos ou biocêntricos e sua preocupação está centrada na vida animal e vegetal. Além disso, o ecossistema sempre se explica a partir dos seres vivos, que definem o ecossistema específico, enquanto que o geossistema abrange complexos biológicos policêntricos, já que, em suas análises, envolve a totalidade de componentes naturais em conexão e inter-relação. Além disso, outro elemento básico que diferencia o ecossistema do geossistema é o caráter territorial ou espacial que o segundo conceito possui (ROSS, 2006; RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Sendo assim, a teoria do geossistema propõe estudar não os componentes da natureza de modo individual, mas também as conexões entre eles. Logo, não se deve restringir este estudo à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas projetar-se para a compreensão de sua dinâmica e da sua estrutura funcional. É necessário encarar o estudo dos geossistemas como formações naturais, desenvolvendo-se de acordo com os níveis segundo os quais atuam. Os fatores econômicos e sociais, porém, influenciam sua estrutura e devem ser levados em consideração nos seus estudos (RODRIGUEZ E SILVA, 2006).

De acordo com Rodriguez e Silva (2006), a abordagem geossistêmica de Sotchava utilizou as teorias de paisagem desenvolvidas pela escola soviética e as interpretou à luz da Teoria Geral dos Sistemas, passando-se a considerar o conceito de *Landschaft* (paisagem natural) como sinônimo de noção de geossistema. Tal fato marcou uma nova forma de se estudar a paisagem, cuja análise espacial, própria da Geografia, se articula com a análise funcional, própria da Ecologia.

Durante o início do século XX, mais precisamente na década de 1930, o biogeógrafo alemão Karl Troll criou o termo Ecologia de Paisagens, que redefiniu, em 1966, como Geoecologia. Essa disciplina tinha como objetivo analisar o funcionamento da paisagem. Portanto, buscava não apenas estudar as propriedades dos geossistemas, mas também analisar as interações com os sistemas naturais e culturais. A paisagem era vista como meio ambiente global, formada pela interação dos sistemas naturais com os sistemas sociais (RODRIGUEZ E SILVA, 2006).

As concepções de Troll tiveram grande influência nas obras de Bertrand (1968), considerado um dos principais expoentes dos estudos integrados dentro da Geografia francesa. Bertrand (1968), com a publicação da obra *Paysage et géographie physique*

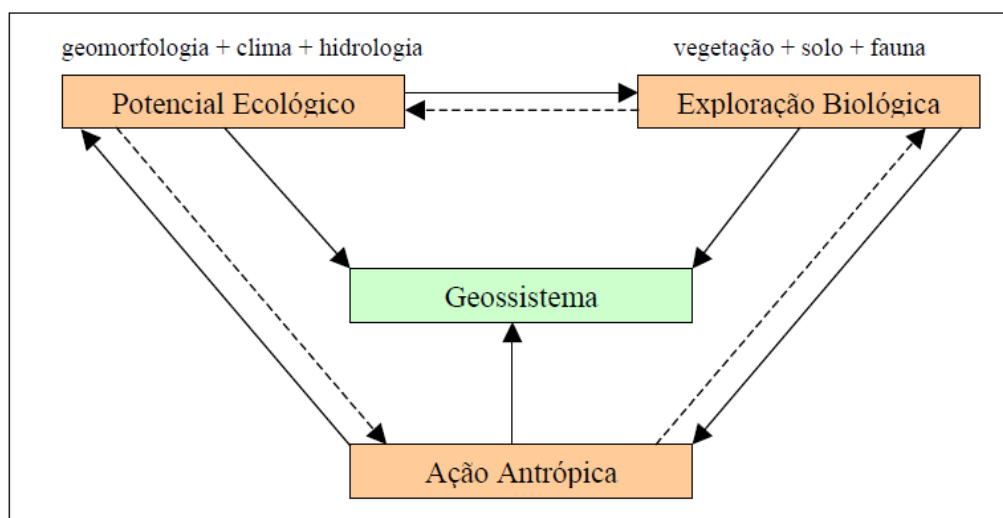
globale: esquisse methodologique, traduzida para o português em 1972, simplifica e flexibiliza por meio da definição de unidades taxonômicas o conceito de geossistemas.

Em sua análise, Bertrand aperfeiçoou o conceito soviético ao dar à unidade geossistêmica conotação mais precisa. Para tanto, estabelece uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala do objeto de análise e enfoca a interação entre os componentes naturais e socioeconômicos que compõem a paisagem (NASCIMENTOS E SAMPAIO, 2005).

Ainda de acordo com Ross (*op. cit.*), Bertrand propôs a subdivisão desses tipos básicos de geossistemas, contudo, as dificuldades metodológicas, a partir desse tipo de classificação, acabam por tornar muito trabalhosa e complicada essa delimitação.

Para Bertrand (1972), o termo geossistema designa um sistema geográfico natural e homogêneo associado a um território, que corresponde a uma unidade da paisagem intermediária em sua taxonomia da paisagem. O autor também afirma que o geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, resultante da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, portanto, constitui o potencial ecológico do geossistema. Além disso, acrescenta que o geossistema (*figura 2*) deve ser entendido por certo tipo de exploração biológica do espaço, tendo a cobertura vegetal papel preponderante para o desenvolvimento do potencial ecológico, tendo em vista que o desenvolvimento da cobertura vegetal é um indicativo da expressão biológica. Portanto, o geossistema está em estado de clímax, quando há um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica. Entretanto, a exploração biológica e as intervenções humanas podem provocar desequilíbrio no geossistema. Para cada geossistema, pode-se distinguir um potencial ecológico e uma exploração biológica específica.

Figura 2: Esquema de Geossistemas elaborado por Bertrand (1971)



Fonte: Bertrand (1972, p.13)

Portanto, para Bertrand (1972), o geossistema correspondente a uma estrutura dinâmica resultante da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica, sendo que todos esses componentes se inter-relacionam e influenciam o funcionamento do geossistemas.

Segundo Bolós (1981, *apud* Guerra e Marçal, 2006), o geossistema corresponde a um modelo teórico, não existindo na prática e correspondendo a uma construção subjetiva da realidade, portanto, a abordagem sistêmica no estudo da paisagem tem a capacidade de moldar e adaptar a Geografia a partir do modelo teórico dos geossistemas.

No que tange às categorias paisagem e geossistemas, a abordagem sistêmica dentro da Geografia nos mostra que elas são comumente discutidas de maneira associadas, sendo que, em algumas vezes, são consideradas sinônimos. Com o objetivo de entender a problemática, Oliveira (2003) nos apresenta o geossistema como um conjunto orgânico e dinâmico composto de elementos bióticos, abióticos e antrópicos, regido por relações variáveis no tempo e no espaço, enquanto a paisagem seria materialização de um estado do geossistema por meio de uma combinação particular e histórica de seus constituintes. Seguindo por essa mesma linha de pensamento, Troppmair e Galina (2006) nos mostram que geossistema é um sistema natural complexo em constante processo dinâmico de transformação e adaptação, em razão da dinâmica de entrada e saída de matéria – informação-energia. Esses processos permanentes é que dão a feição do geossistema e, conseqüentemente, origem à fisionomia daquele espaço, que é a própria paisagem vista como sistema,

como unidade real e integrada, ou seja, a paisagem é um fato concreto, é a própria fisionomia do geossistema.

Para mais, a paisagem pode ser compreendida como resultante de um processo dialético, fruto das ações da sociedade, construída pelo trabalho social e pela natureza. As ações humanas terão influência nas transformações na dinâmica natural da paisagem, as quais, por sua vez, serão regidas por uma dinâmica antroponatural. Entende-se, assim, que a natureza reage diante de qualquer processo que se instaura em suas estruturas e cria novas dinâmicas, mediante tais estruturas. E para entender natureza optou-se pelo conceito de Ribeiro (1989, *apud* Passos 1996), que nos apresenta o conceito de natureza como um conjunto de elementos que possuem um comportamento regido por leis próprias e que reagem dialeticamente às pressões exercidas pela sociedade, que nela busca a realização de sua base material.

De acordo com Dias (2000), a análise da paisagem com base numa visão dialética:

Implica a investigação dos elementos conjuntamente, isto é, deve-se passar a contemplá-la com uma dimensão global que pode ser compreendida a partir de uma visão de mesma natureza, ou seja, global, identificando os processos decorrentes da interconexão dos elementos e que dão caráter dinâmico à paisagem (Dias, 2000, p.17).

Dessa forma, o conceito de paisagem que norteia esta pesquisa foi proposto por Rodriguez *et al.* (2007), que apresentam a paisagem como uma formação antroponatural:

[...] consistindo num sistema territorial composta por elementos naturais e antropotecnogênicos condicionados socialmente, que modificam e transformam as propriedades das paisagens naturais originais. Forma-se, ainda, por complexos ou paisagens de níveis taxonômicos hierarquicamente inferiores. De tal maneira, considera-se a formação de paisagens naturais, antroponaturais e antrópicas, e que se conhece também como paisagens atuais ou contemporâneas (RODRIGUEZ *et al.*, 2007, p15).

Rodriguez *et al.* (2007) ressaltam que o conceito de paisagem é um “todo sistêmico”, combinando natureza, economia, sociedade e cultura. A partir dessa concepção, é possível compreender a relação dialética entre os elementos da paisagem, o que, por sua vez, nos levará a uma abordagem de investigação, a partir de uma visão global em que os processos decorrentes da interconexão dos elementos é que darão o caráter da paisagem.

Com base no que foi exposto e nas colocações de Rodriguez *et al.*, (2007), as paisagens podem ser consideradas como geossistemas naturais ou geossistemas antroponaturais. Sendo assim, a paisagem é um sistema autorregulado, aberto, formado por componentes e complexos inferiores inter-relacionados, constituídos por subsistemas.

2.2 Geoecologia de paisagens como caminho metodológico

A Geoecologia de Paisagens é um caminho teórico metodológico que apresenta um conjunto de métodos e procedimentos técnicos e analíticos que permitem conhecer e explicar as regularidades da estrutura e o funcionamento das paisagens, estudar suas propriedades, determinar os índices e os parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação, assim como os aspectos relacionados com a autorregulação e integração das paisagens.

A Geoecologia, portanto, pode ser definida como:

[...] uma ciência de caráter ambiental, que propicia uma contribuição fundamental para a análise e diagnóstico das bases naturais de determinado espaço geográfico. Ela oferece fundamentos teórico-metodológicos para a implementação de ações de planejamento e gestão ambiental, direcionados à implantação de modelos de uso e ocupação voltados à sustentabilidade socioambiental (SILVA e RODRIGUEZ, 2011, p. 2).

A proposta de análise metodológica elaborada por Rodriguez *et al.* (2007) está pautada em conceitos e métodos de estudo para a análise da paisagem, que podem ser concebidos por meio dos princípios estrutural, funcional, dinâmico-evolutivo, histórico-antropogênico, integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem.

Nesta pesquisa, foi adotado o enfoque funcional de análise da paisagem, que tem por finalidade esclarecer como a paisagem é estruturada, quais são as relações funcionais de seus elementos, porque está estruturada de determinada maneira (relações genéticas ou casuais), para que está estruturada de certa forma e quais suas funções naturais e sociais. Com base neste enfoque, entende-se que todos os elementos, que compõem a paisagem cumprem funções determinadas e participam no seu processo de formação (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Segundo os autores:

Este enfoque sustenta-se na necessidade de esclarecer os elementos substanciais dos subsistemas, que refletem o sistema das inter-relações externas das paisagens, que dominam sua essência e sua vida. Devido a isto, as diversas unidades das paisagens tornam-se independentes do fundo físico-geográfico comum (op. cit.).

O enfoque funcional busca compreender a gênese da paisagem que ocorre no processo de formação do geocomplexo e da determinação das relações entre os elementos estruturais, sendo que a forma ou modo de aparecimento da paisagem é condicionado por determinados tipo de fatores e processos. Além disso, é um processo que ocorre nos limites da fronteira superior da paisagem na atmosfera até o limite inferior da camada de alteração do intemperismo. Nesse limiar é que ocorrem os intercâmbios de matéria e energia entre os geocomplexos. Tais intercâmbios permitem os movimentos de transformação da paisagem (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Dessa forma, a gênese da paisagem depende do impacto de um fator ou de um grupo de fatores, em um fundo físico-geográfico homogêneo. E a inter-relação e a interação desses fatores é que darão o efeito resultante, isto é, a ação conjunta dos fatores, concomitantemente com os processos no tempo, torna-se condicionante necessária para a formação e o funcionamento da paisagem, ou seja, para a gênese da paisagem (RODRIGUEZ *et al.*, 2007). A interação permanente desses componentes forma uma unidade natural (unidade paisagística) e será controlada pelas funções de cada um desses componentes.

Além da gênese da paisagem, este enfoque também analisa o funcionamento da paisagem, a sequência estável de processos que atuam permanentemente e que consistem na transmissão de matéria, energia e informação, garantida a conservação da paisagem. O funcionamento é uma das principais propriedades do geossistema, pois determina sua integridade e sua existência independente, é um processo geral inerente aos geossistemas (DIAKONOV, 1988, *apud* RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Para avaliar o funcionamento da paisagem, é necessário entender como se dá a estrutura funcional (vetorial) da paisagem, formada pela conjugação e conexão de paisagens de níveis hierárquicos diferentes, que se unem mediante a troca de fluxos laterais, que, por sua vez, vão conferir uma integridade funcional e uma diferenciação horizontal no que diz respeito aos campos geofísicos e geoquímicos. Na estrutura funcional da paisagem é que ocorre o intercâmbio de matéria e energia, resultante da interação dos componentes, tanto no interior da paisagem quanto no exterior, e esses processos se desenvolvem mediante a existência de determinadas funções, ações e determinado trabalho (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Para conseguir atingir os objetivos propostos na pesquisa é que se buscou a classificação e a cartografia das unidades geoecológicas (paisagens/geoambientais), estabelecendo como referência teórica a metodologia proposta por Priego *et al.* (2008) e Rodriguez *et al.* (2007). A delimitação dessas unidades permitiu a identificação dos elementos e fatores geoecológicos que compõem as diferentes unidades, caracterizando suas estruturas e heterogeneidades, suas múltiplas relações tanto internas como externas e a hierárquica. E, por fim, possibilita a identificação e o mapeamento do grau de relevâncias das funções geoecológicas.

2.3 Unidades de Paisagem

A delimitação e a identificação de unidades de paisagem (geoambientais) surgem como um conjunto de técnicas e métodos para auxiliar os trabalhos de planejamento e zoneamento ambiental. Guerra e Marçal (2006) definem as unidades da paisagem como uma orientação metodológica importante nos estudos e planejamentos ambientais. Sendo assim, correspondem à dimensão territorial de uma variável físico-geográfica, que só tem significado se estiver representando as modificações que a sociedade impõe sobre ela. Tal metodologia surge da necessidade de estabelecer a dimensão da área a ser investigada, por isso, levou à definição de sistemas de classificação em unidade que representam o dimensionamento do conceito de paisagem (GUERRA; MARÇAL, 2006). As unidades da paisagem, enquanto metodologia de classificação da paisagem, visando ao planejamento ambiental, foi trabalhada por diversos autores, como Troll (1997), Bertrand (1972), Tricart (1977), Ross (1990), Sotchava (1977 e 1978) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2007), dentre outros.

Carl Troll foi um dos primeiros pesquisadores a caracterizar a paisagem a partir da sua dimensionalidade. E, para isso, deve-se detectar e delimitar suas diferenças para, em seguida, por meio dos conteúdos e limites, chegar-se à compreensão da sua estrutura e classificá-la em diferentes escalas e territórios. Para Troll, o dimensionamento da paisagem vai de unidades maiores chegando às menores, o que dá uma ideia de escalonamento dimensional, uma hierarquia entre as diferentes dimensões (GUERRA; MARÇAL, 2006).

A partir dos trabalhos de Carl Troll, na década de 1950, diversos outros pesquisadores trabalharam com a questão da classificação e definição das unidades de paisagem, sendo que os mais conhecidos, atualmente, são os geógrafos franceses George Bertrand (1971) e Jean Tricart (1977). Ambos trabalharam o conceito de

paisagem a partir de uma concepção sistêmica, que dá ao conceito um caráter dinâmico e em contínua evolução.

Em 1965, Jean Tricart publicou seu tratado metodológico de geomorfologia, em que apresenta uma classificação para o globo em oito níveis de grandeza. Nessa classificação, Tricart considera os quatro primeiros níveis de grandeza espacial como globais e sob influência da estrutura, já as quatro últimas ordens são consideradas formações regionais e diretamente influenciadas pelo clima, modeladas pela erosão e sedimentação (GUERRA; MARÇAL, 2006).

Ainda na década de 1960, George Bertrand, com base nas escalas espaço-temporais definidas no trabalho de Jean Tricart, propôs que o estudo da paisagem tivesse visão de uma Geografia Física Global e que estudar a paisagem implicaria delimitá-la e dividi-la em unidades homogêneas e hierarquizadas, a partir do que se chega a uma classificação. Na pesquisa, Bertrand (1972) estabeleceu seis níveis de dimensão escalar, que podem ser divididos pelos elementos estruturais e climáticos, conhecidos como unidades superiores (zonas, domínios, região) e pelos elementos biogeográficos e antrópicos, também chamados de unidades inferiores (geossistemas, geofáceis, geótopo).

Em sua obra, Bertrand (1972) considera o geossistema como o mais importante nível para os estudos geográficos. Segundo ele, é nessa escala que se dão as maiores inter-relações dos elementos da paisagem. Além disso, o autor considera como escala de atuação do homem, além da que utilizou, a teoria da biorresistásica de H. Erhart, para estabelecer os dois tipos básicos de geossistemas. Os geossistemas em biostasia que estão mais ou menos estáveis e a evolução são dominados por agentes e processos bioquímicos. Nos geossistemas em resistasia, prevalecem as atividades erosivas com a destruição da vegetação e dos solos, que são os sistemas instáveis (ROSS, 2006).

Posteriormente, Jean Tricart (1977) propôs uma nova delimitação para unidades de paisagem, só que dessa vez dando mais ênfase à questão da dinâmica do ambiente e sua repercussão sobre a biocenose¹. Nessa proposta, Tricart (1977) destaca que a dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço, e suas alterações podem se processar em diferentes velocidades, de forma harmoniosa ou catastrófica. As unidades ecodinâmicas são baseadas na lógica da abordagem sistêmica, e, por isso, as relações mútuas entre os diversos componentes ocorrem na dinâmica e nos fluxos de energia e matéria no ambiente.

¹ Componentes bióticos do ecossistema (ODUM e BARRET, 2011)

Posteriormente, diversas outras propostas de classificação foram trabalhadas, como Bolos (1981), Ross (2006) e Rodriguez *et al.*, (2007). Dando continuidade às suas pesquisas, Tricart publicou, em 1992, em coautoria com Kiewietdejonge, um trabalho que amplia ainda mais seu entendimento da relação sociedade-natureza, no qual desenvolve o conceito de Ecogeografia. A obra de Tricart (1977-1992) teve bastante influência na geografia brasileira. Um dos seus principais seguidores é Ross, que, na obra *Ecogeografia do Brasil: Subsídios ao Planejamento Ambiental* (2006), dá a seguinte definição para as unidades de paisagem:

As unidades ambientais ou unidades de paisagens constituem espaços territoriais com certo grau de homogeneidade fisionômica, reflexo dos fluxos naturais de energia e matéria entre os componentes e das inserções humanas pelas atividades econômicas ao longo da história. Essa homogeneidade é dada pelos elementos que se revelam concretamente às vistas humanas: o relevo, a vegetação e os usos da terra. Ressalta-se, que tais padrões fisionômicos se manifestam de modo mais genérico ou mais detalhado de acordo com a escala de análise. A identificação dessas unidades toma como base a teoria de sistemas que permite identificar um sistema maior abrangendo, um conjunto de outros menores, ou sistemas menores dentro de um conjunto maior. É necessário considerar as características da natureza e da sociedade do lugar de pesquisa, mediante níveis taxonômicos partindo-se das análises regionais e chegando um nível local, nos limites que a escala de trabalho permite (ROSS, 2006, p. 59).

Assim como Ross (2006), Venturi (1997, citado por Guerra e Marçal, 2006) chamou a atenção para o fato de que os critérios para o dimensionamento da paisagem dependem dos objetivos do trabalho, além do que, segundo Martinelli e Pedrotti (2001), a delimitação também dependerá das escalas espaço-temporais em que o trabalho é desenvolvido. De toda maneira, o que se observa nas diferentes metodologias é a utilização da abordagem sistêmica, pela qual se busca o entendimento da dinâmica dos processos que ocorrem no espaço. Assim, essas metodologias de delimitação de unidades de paisagem utilizaram geossistema como modelo teórico para a compreensão dessas dinâmicas.

De acordo com Rodriguez *et al.* (2007), distinção, classificação e cartografia das paisagens são o foco fundamental de trabalho do campo da Geoecologia da Paisagem, sendo que esse mapeamento serve de resultado das investigações e de ponto de partida para análises futuras.

Na proposta elaborada por Rodriguez *et al.*, (2007), a classificação das paisagens pode ser feita a partir de duas categorias de sistematização: a tipologia e a

regionalização. Esses diferentes métodos de distinção e cartografia da paisagem distinguem-se de acordo com a escala de análise proposta para o trabalho.

De acordo com os mesmos autores (*op.cit.*), o principal fator de toda paisagem é a homogeneidade de suas condições naturais, reflexos da sua gênese e da história de desenvolvimento. Essa homogeneidade vai se tornando cada vez mais relativa na medida em que o nível de paisagem é maior, isto é, cada vez que aumentamos a escala, amplia-se o nível de detalhamento, e, ao caminharmos para níveis inferiores de análise da paisagem, a homogeneidade se torna mais intensa.

A regionalização da paisagem é um procedimento científico que consiste na delimitação de áreas, em escala global, regional e local, tornando-se necessário que se tenha uma significativa interação entre os seus componentes naturais, inseparáveis, portanto, do ponto de vista analítico. Desse modo, a regionalização das paisagens consiste em análise, classificação e cartografia dos complexos físico-naturais individuais, tanto naturais como modificados pela atividade humana e a compreensão de sua composição, estrutura, relações, desenvolvimento e diferenciação (RODRIGUEZ *et. al.*, 2007).

O critério para determinação destes “complexos físico-geográficos individuais” não é a semelhança entre os componentes, mas, sim, a inseparabilidade, as relações espaciais e o seu desenvolvimento histórico. Por conta disso, estes complexos se caracterizam pela não repetição no espaço e no seu desenvolvimento histórico, assim, como, pela interação entre seus componentes naturais, o que lhe garante uma homogeneidade relativa de suas propriedades naturais e a estabilidade das inter-relações estruturais (RODRIGUEZ *et.al.*, 2007).

O processo de tipologia consiste em classificar e mapear áreas naturais, em geral modificadas pelas ações do homem, tendo como base a semelhança dos objetos de análise. Esses complexos possuem níveis comuns, não só como unidades próximas, mas também como unidades distantes. Além disso, as tipologias se repetem no espaço e no tempo e distinguem-se de acordo com os princípios de homogeneidade, relativa estrutura e composição. Especialmente, as tipologias são distribuídas e não formam uma área em comum. Essas paisagens podem ser classificadas com base no caráter de sua estrutura morfológica, sua gênese, sua designação e as possibilidades de utilização funcional (RODRIGUEZ *et al.*, 2007, e PRIEGO *et al.*, 2008).

Por conta disso, é possível encontrar áreas classificadas com uma mesma tipologia de paisagens e localizadas em uma determinada região de paisagem ou em diferentes regiões. Portanto, entende-se que as tipologias são as menores unidades de análise

geoecológica, e sua área mínima será determinada a partir da escala geográfica de análise e de acordo com a escala cartográfica de representação. Além disso, a classificação tipológica também pode vir a ser empregada na delimitação de unidades locais.

As unidades locais da paisagem estão na escala, que, por sua vez, está diretamente associada às atividades humanas, que servem de base para a exploração dos recursos como meio de subsistência para as atividades das populações. Essas unidades representam os espaços menores e as escalas de maior detalhe, em que é frequente a existência de diferenças de complexos de paisagens vizinhas contrastantes. Nessa escala, em que os limites entre centenas ou dezenas de metros de complexos territórios físico-geográficos diversos se sucedem, as diferenciações não podem ser feitas com base na distribuição latitudinal de calor e umidade, nem pelo transporte de massa de ar entre continentes e oceanos, tampouco pelas diversas morfoestruturas da crosta terrestre. Nos níveis de detalhamento, predomina a diferenciação “geoecológica local”, também conhecida como diferenciação topológica e morfológica da paisagem (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

As unidades locais de paisagem formam sempre sistemas associados, nos quais se inter-relacionam os diversos componentes do sistema. Por conta disso, estas unidades devem ser analisadas pelo plano tipológico, uma vez que não podem existir independentemente umas das outras, assim, não podem ser considerados sistemas materiais autônomos. No que diz respeito à formação e à diferenciação das unidades locais, essas unidades ocupam lugar fundamental para a diferenciação dos seguintes fatores: tectônico, composição das rochas, ciclo hidrológico, incidência de radiação, tempo, fatores litorâneos etc. (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Logo, a formação das unidades será fruto da interação mútua entre os diferentes fatores geoecológicos, que, em sua inter-relação dialética, vão ser fundamentais para composição substancial, funcionamento, evolução, estrutura e dinâmica. Os fatores geoecológicos também são responsáveis pela diferenciação das unidades. Além disso, o relevo, que desempenha um papel de redistribuição de matéria e energia, tem um papel significativo na distinção das respectivas unidades.

O processo de classificação das paisagens, independentemente da escala e dos níveis taxonômicos utilizados, deve seguir duas propriedades essenciais da paisagem: o princípio histórico-evolutivo e o princípio estrutural-genético (RODRIGUEZ *et al.*, 2007, e PRIEGO *et al.*, 2008).

O primeiro princípio mostra que todos os componentes da paisagem evoluem em conjunto no tempo e no espaço. Assim, o que se observa na paisagem é o resultado

da evolução de todos os componentes. Já o princípio estrutural-genético afirma que todos os espaços possuem determinada estrutura e são consequências de um processo genético. Ademais, esse princípio implica reconhecer as relações entre os diferentes componentes da paisagem e as causas e condicionantes para a formação das paisagens (RODRIGUEZ *et al.*, 2007, e PRIEGO *et al.*, 2008).

Durante o processo de classificação e diferenciação das paisagens, é importante considerar o papel de cada um dos fatores formadores que, a partir da inter-relação dialética entre os componentes naturais, dará forma à paisagem. Com base na obra de Rodriguez *et al.* (2007), são seis os fatores geoecológicos que devem ser considerados durante o processo de formação da paisagem: geológico, geomorfológico, hidrológico, edáfico, biótico e climático.

Os autores (*op. cit.*) ainda afirmam que as paisagens de nível local formam partes de unidades maiores, repetem-se e difundem-se dentro dessas. Logo, as unidades locais refletem a organização das estruturas menores. Além disso, o grau de homogeneidade da paisagem dependerá do nível hierárquico. Isto é, em unidades de nível inferior, o grau de homogeneidade da paisagem é mais forte do que nas unidades superiores.

Concebem-se as unidades locais de modo hierárquico e subordinado, as quais se distinguem de acordo com quatro características:

- subordinação morfológica da paisagem, que é a relação entre uma dada unidade com as demais, tanto de nível superior como inferior;
- estrutura funcional, que é o grau de homogeneidade genética e dinâmica da paisagem e as características dos processos de funcionamento;
- estrutura horizontal: grau de complexidade no interior da paisagem;
- disposição e características da paisagem.

A maioria dos autores e escolas que trabalham com mapeamento de unidades da paisagem (RODRIGUEZ *et al.*, 2007; PRIEGO *et al.*, 2008; e ROSS, 2006) aponta a classificação do relevo como o primeiro passo para a diferenciação da superfície terrestre. Esses autores argumentam que a estrutura da paisagem está relacionada diretamente com o relevo, uma vez que a altitude e a dissecação vertical do relevo condicionam várias particularidades da estrutura da paisagem, como precipitação, formação dos solos, vegetação, dentre outros fatores.

2.4 Funções geoecológicas

Os processos ecológicos são, fundamentalmente, complexos e dinâmicos, e apesar da capacidade que o desenvolvimento dos meios técnico-científico-informacional tem de modificar tais processos, ainda são determinantes para a realização das ações humanas. Ao se pensar em desenvolver alguma ação que transforme o espaço geográfico, é necessário que se considere tanto os aspectos históricos, sociais, econômicos e políticos, como também as peculiaridades ambientais que o espaço geográfico apresenta. Assim, tanto as potencialidades como as fragilidades ambientais que espaço possui serão consideradas, definindo uma abordagem mais integral e holística de se pensar e planejar o espaço geográfico (ROSS, 2006).

Os sistemas naturais apresentam uma diversidade de processos ecológicos que ocorrem de modo integrado e inter-relacional dentro dos ecossistemas, e serão responsáveis pelo desencadeamento de diversas funções inerentes à integração ecossistêmica. Assim, podem-se definir os ecossistemas como sistemas multifuncionais que irão contribuir para a manutenção das dinâmicas ambientais nas mais diversas escalas e, conseqüentemente, para o bem-estar dos homens na medida em que essas funções ecossistêmicas se tornam serviços ecossistêmicos (VANDEWALLE *et al.*, 2009).

Para que os ecossistemas continuem provendo serviços, é necessário que os processos de apropriação do espaço sejam pensados e executados de modo que as potencialidades e fragilidades ambientais sejam consideradas (ROSS, 2006).

Nesta pesquisa, que tem como recorte uma bacia hidrográfica, esta é vislumbrada não como um ecossistema, mas, sim, como um geossistema, em que tanto os componentes ambientais quanto os antrópicos serão considerados, além das inter-relações existentes entre esses componentes.

Partindo da premissa de que a bacia do Pito Aceso é um geossistema, pode-se vislumbrar sua concretude material historicamente construída pela associação de fatores ambientais e antrópicos, como um mosaico de ecossistemas (MUCHER *et al.*, 2003; WASCHER, 2005; PEDROLI *et al.*, 2006). Em alguns casos, a paisagem é dominada por um tipo específico de ecossistema, já em outros é bem diversificada e formada por um mosaico de ecossistemas. Além disso, alguns padrões tendem a repetir-se em áreas geográficas específicas e, geralmente, dependem das condições espaciais, especialmente, das condicionantes biofísicas, por exemplo, solos, substrato litológico, geomorfologia e clima (WICKHAMAN E NORTON, 1994).

A interação entre os componentes ambientais no espaço e no tempo tornam-se determinantes para a pluralidade da biodiversidade, que, por sua vez, terá impacto direto na provisão dos serviços ambientais (VANDEWALLE *et al.*, 2009). Essa interação é resultado da entrada de matéria-informação-energia dentro do geossistema, que se transformam pela inter-relação dos seus componentes e serão preponderantes para o respectivo funcionamento.

Para compreender a dinâmica existente dentro do geossistema, deve-se atentar aos padrões e à estrutura que este apresenta, em vez de focar a análise dos elementos em separado, já que o conjunto em si é maior do que a simples soma das partes. A estrutura sistêmica é que indica a eficácia e a importância dos componentes para geração de serviços, e não a análise separada de cada um dos componentes (RICKETTS, 2001).

Pode-se afirmar que todas as funções geológicas são influenciadas pela composição da paisagem, padrões, posição geográfica e contexto. Cabe destacar que a posição espacial que um elemento tem dentro do sistema pode vir a ser preponderante para a provisão de um serviço ecossistêmico. Exemplo pontual seria uma área com cobertura florestal situada ao longo da faixa marginal de um rio que pode vir a render mais benefícios para os serviços relacionados com a água do que florestas em áreas de terras altas (VANDEWALLE *et al.*, 2009).

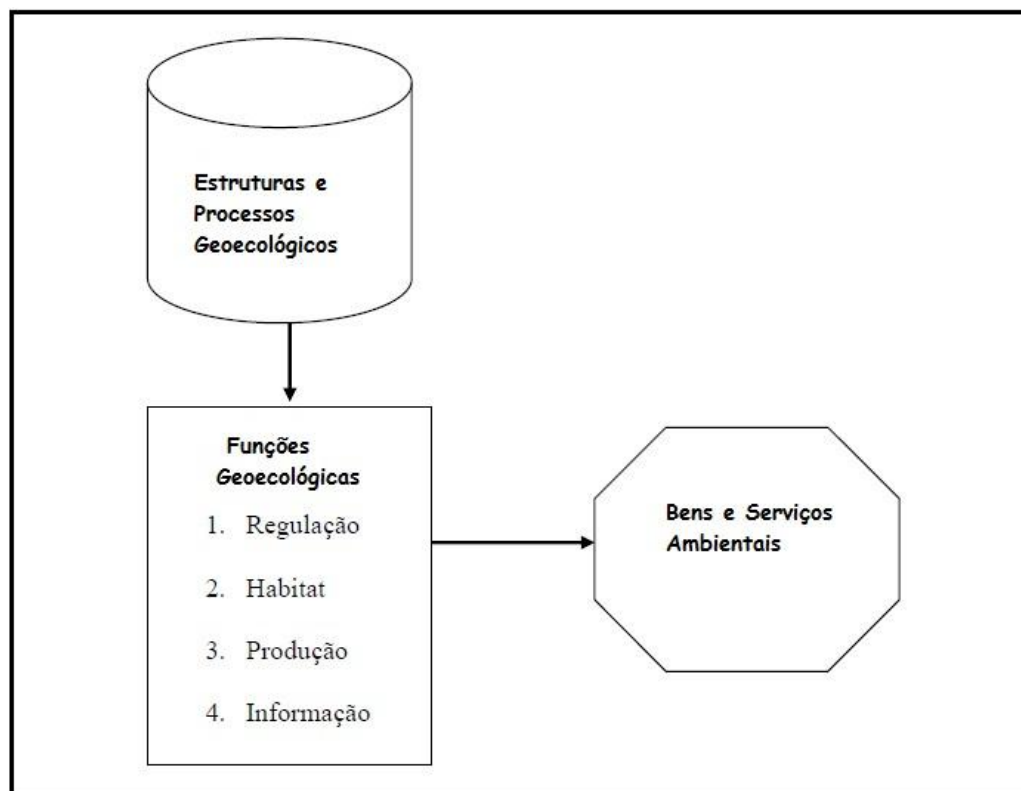
De acordo com Rodriguez *et al.* (2007), as funções geológicas dos geossistemas podem ser entendidas como os processos que têm por objetivo garantir a estrutura e funcionamento, tanto do próprio geossistema, como do sistema superior ao que pertence. Para De Groot *et al.* (2002), as funções também são os processos realizados pelos sistemas naturais que objetivam garantir o funcionamento do sistema. Além disso, acrescenta que as funções estão relacionadas com a capacidade dos sistemas naturais em gerar bem-estar para os seres humanos.

As funções geológicas estão relacionadas diretamente aos bens e aos serviços produzidos pelos sistemas antroponaturais, entretanto, as funções existem independentemente de seu uso, demanda ou valoração social. Para uma função tornar-se serviço ambiental, é imprescindível à identificação dos beneficiados, o tipo de uso realizado, assim como a localização espaço-temporal de seu uso (MARTÍN-LÓPEZ *et al.*, 2007). As funções tornam-se serviços, quando os processos naturais desencadeiam em uma série de benefícios diretos e/ou indiretos que podem ser aproveitados pelo homem (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Embora exista uma relação direta entre as funções (processos) geológicas e os serviços ambientais (*figura 3*), esta não se dá de modo biunívoco. Ou seja, nem

sempre um serviço ambiental será resultado de uma determinada função, ele pode ser fruto da interação de duas ou mais funções, assim como uma função pode ser responsável por um ou mais serviços (De GROOT *et al.*, 2002). Por conta disso, Andrade e Romeiro (2009) nos mostram que, para entender a dinâmica dos serviços, é importante estar atento às interconexões existentes entre os componentes que formam o ecossistema. Além disso, as escalas temporais e espaciais influenciarão a inteligibilidade das funções e dos serviços.

Figura 3- Diagrama de estrutura e das funções e serviços ambientais.



Fonte: Modificado de Cunha (2010)

Ao longo de seu trabalho, De Groot *et al.* (2002) buscaram elencar as funções em quatro categorias (*figura 4*): funções de **regulação**; funções de **habitat**; funções de **produção** e funções de **informação**. Ainda segundo os autores, as duas primeiras categorias de funções estão relacionadas com a manutenção dos processos e componentes naturais, garantindo, dessa forma, a manutenção das outras duas categorias.

A função de regulação tem pertinência na capacidade dos sistemas naturais e antropogênicos regularem os processos ecológicos essenciais de suporte à vida, o que se dá por meio dos ciclos bioquímicos e por outros processos da biosfera. Além

de manter a saúde desses sistemas e da biosfera, essas funções promovem muitos serviços que beneficiam direta ou indiretamente o bem-estar humano (DE GROOT *et al.*, 2002).

2.4.1 Função de regulação dos gases e do ciclo de nutrientes

A manutenção de vida na Terra decorre do equilíbrio entre os componentes químicos da atmosfera, litosfera e hidrosfera. A alteração desse equilíbrio terá impactos diretos e indiretos nas dinâmicas ambientais e, também, nas dinâmicas sociais e econômicas. Assim, com base nas afirmações de Odum e Barret (2011), pode-se concluir que esse equilíbrio é resultante dos processos de transformação dos elementos químicos (orgânicos e inorgânicos) pela biosfera, também conhecido como ciclagem de nutrientes.

De todos os elementos químicos existentes, somente uns 30 ou 40 são necessários para manutenção da vida e utilizados pelos organismos vivos, alguns em maior quantidade, como carbono, fósforo, potássio, cálcio, nitrogênio e magnésio, ao passo que outros, necessários em pequenas quantidades, como zinco, cobre, manganês etc. (ODUM e BARRET, 2011).

Do ponto de vista da biosfera, os ciclos biogeoquímicos podem ser classificados em duas categorias: ciclo gasoso, no qual o principal reservatório é a atmosfera; e ciclo sedimentar, no qual o principal reservatório é a crosta terrestre. No ciclo sedimentar, os elementos são impulsionados pela gravidade e podem ser carregados em superfícies ou lixiviados em profundidade dentro do solo, alcançado corpos hídricos até que, finalmente, chegam aos oceanos. Já no tocante à movimentação dos nutrientes no ciclo gasoso, os elementos tendem a circular em solo e na biomassa de animais e vegetais e retornam à atmosfera (ODUM e BARRET, 2011).

O ciclo gasoso é responsável pelo balanço de carbono, oxigênio, nitrogênio e outros elementos. A circulação de carbono tem sido alvo de pesquisa desde a década de 1950, quando os níveis de concentração na atmosfera começaram a ficar muito alarmantes. A movimentação do ciclo do carbono está atrelada aos compartimentos solo-planta-atmosfera. Tal dinâmica compreende os reflexos dos processos relacionados à fotossíntese e à fixação de carbono no solo (ODUM e BARRET, 2011).

De acordo com Poggiani (2012), em áreas naturais mais estáveis, a dinâmica de movimentação do carbono é mais equilibrada, ou seja, a quantidade de carbono que se movimenta do ar para o solo e do solo para o ar é praticamente a mesma. Além disso, o autor nos conta que uma das principais fontes para a liberação de

grande quantidade de carbono existente no solo e nas plantas para o ar é a queimada praticada para limpar a terra.

Outro elemento muito necessário para manutenção dos organismos vivos é o nitrogênio, principal elemento que compõe a atmosfera (78%). Sendo assim, tem uma grande importância para o ciclo gasoso. O movimento deste elemento se dá por meio de bactérias que, em simbiose com as raízes das plantas, o retiram do ar e o fixam no solo. Em áreas florestais, a fixação de nitrogênio também ocorre em decorrência da decomposição da serrapilheira de animais e de compostos inorgânicos, como a água da chuva (POGGIANI, 2012).

De modo geral, os ciclos biogeoquímicos são determinantes para a entrada e a saída de nutrientes dos sistemas antroponaturais (ODUM; BARRETT, 2011). As principais entradas de nutrientes são os processos de intemperismo nas rochas-matrizes, a precipitação e os depósitos de partículas (orgânicas e inorgânicas) atmosféricas, o processo de nitrificação e a aplicação de adubos orgânicos ou minerais em áreas manejadas. A saída dos nutrientes ocorre por meio dos processos de erosão, volatilização, lixiviação e, de certo modo, pela exportação de biomassa de áreas agrícolas (POGGIANI, 2012).

Um dos movimentos essenciais do ciclo biogeoquímico é o do sistema solo-planta-serrapilheira-solo. Esse movimento ocorre da seguinte forma: os nutrientes presentes no solo são absorvidos pelas raízes e incorporados à biomassa das plantas. Posteriormente, essa biomassa retorna ao solo na forma de serrapilheira que, por sua vez, se decompõe e retorna ao início dessa cadeia (ODUM; BARRETT, 2011).

Esse movimento é de suma importância, porque garante o equilíbrio e a dinâmica de troca de nutrientes, especialmente em áreas altamente intemperizadas e que possuem uma baixa fertilidade. Sendo assim, a retirada da vegetação e, conseqüentemente, a diminuição da serrapilheira é prejudicial ao sistema natural, porque diminui a produtividade primária e a concentração de matéria orgânica no solo, reduzindo, assim, a quantidade e a capacidade de ciclagem dos nutrientes (POGGIANI, 2012).

Por fim, os ciclos biogeoquímicos influenciam a regulação e o balanço de gás carbônico e oxigênio, a manutenção dos níveis de ozônio, a regulação dos níveis de outros gases presentes na atmosfera e a ciclagem dos demais elementos químicos. Portanto, os processos de ciclagem biogeoquímicos estão associados à função de regulação de gases, uma vez que garante a manutenção de um ar limpo e próprio para respirar, faz a prevenção de doenças como câncer de pele, pois busca a regulação dos níveis de ozônio na atmosfera, os quais, por sua vez, terão influência na

quantidade de radiação que adentra a atmosfera, da mesma forma que estão associados à função de regulação de ciclagem de nutrientes, que é a capacidade do sistema em realizar os processos biogeoquímicos necessários para garantir os movimentos dos ciclos dos elementos (DE GROOT *et al.*, 2002; PETTER *et al.*, 2013; e COSTANZA *et al.*, 1997).

2.4.2 Função de regulação de clima

O clima e as condições meteorológicas de uma determinada localidade são reflexos de uma complexa interação entre diferentes vetores, nas mais diversas escalas, dentre os quais se pode apresentar os padrões de circulação e massa de ar, a vegetação, a topografia e até a proximidade de corpos hídricos. Além disso, a presença de determinados níveis de gases atmosféricos tem influência direta na regulação do clima. Sendo assim, a função de regulação de clima está relacionada diretamente com a regulação de gases e da manutenção das condições climáticas (DE GROOT *et al.*, 2002; PETTER *et al.*, 2013; e COSTANZA *et al.*, 1997).

Essa função é responsável pela manutenção das condições climáticas, tanto na escala local como na global e é importante para a saúde humana, para a produção de alimentos, recreação e, até mesmo, para as atividades culturais (DE GROOT *et al.*, 2002).

Os estudos climáticos estão pautados em uma tríade escalar hierárquica: planetária (global), regional e local. Nesta pesquisa, foi dado enfoque ao clima local, uma vez que a bacia hidrográfica possui uma extensão reduzida, por isso sofre efeitos de um único tipo de macroclima, e também porque, no presente trabalho, foi adotado as unidades de paisagens de escala local como base para análise.

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o microclima é a menor e mais imprecisa unidade escalar de análise do clima. Sua extensão pode variar de alguns centímetros até umas dezenas de metros quadrados. Os fatores que definem o microclima são: uso e ocupação da terra, movimento turbulento do ar na superfície, circulação do ar etc.

Entretanto, Tarifa (2001) alerta que, além dos fatores expostos anteriormente, as abordagens microclimáticas devem levar em consideração os aspectos de *topoclima*: forma do relevo, orientação das vertentes, declividade em relação a trajetória aparente do Sol e o deslocamento do ar.

2.4.3 Funções de regulação e armazenamento d'água

A vida na Terra só é possível devido à grande quantidade de água existente, que, na sua maioria, se encontra em estado líquido. A dinâmica do ciclo hidrológico envolve o movimento das águas dos oceanos e dos continentes, que evaporam para a atmosfera e depois precipitam em forma de chuva para a superfície terrestre, infiltram e escoam novamente em direção aos oceanos.

De acordo com Odum e Barrett (2011), os maiores reservatórios são os oceanos, seguidos pelas calotas polares e geleiras. Contudo, a água doce consumida pelo homem está localizada nos lagos, rios e, principalmente, em reservatórios subterrâneos conhecidos como aquíferos (terceiro maior reservatório de água).

Esses aquíferos são águas armazenadas durante milhares de anos, cuja capacidade de recarga é menor que a taxa de consumo, o que os tornam recursos não renováveis (ODUM; BARRETT, 2011).

A capacidade de armazenamento e retenção da água é uma importante função gerada pelos sistemas naturais, pois permite a manutenção dos níveis de água nos reservatórios, rios, lagos e aquíferos e, conseqüentemente, a continuidade das atividades humanas (DE GROOT *et al.*, 2002; COSTANZA *et al.*, 1997). Além disso, a capacidade dos sistemas naturais regular os ciclos hidrológicos é de suma importância para os sistemas antroponaturais, porque está relacionada à capacidade dos sistemas de contribuir para a manutenção das condições normais do ciclo hidrológico, além de estar relacionada, também, à capacidade dos componentes naturais: uso e cobertura da terra, forma do relevo e solos, manutenção das condições hidrológicas na distribuição espacial e temporal da água (DE GROOT *et al.*, 2002; PETTER *et al.*, 2013).

Essas funções direcionam os serviços ligados à utilização de recursos hídricos, ao armazenamento da água no solo, à manutenção de áreas irrigadas, à regulação do fluxo do canal, à manutenção das áreas dos níveis de transbordamento dos canais e até à manutenção de áreas de transporte aquaviário (DE GROOT *et al.*, 2002).

2.4.4 Função de formação e retenção do solo

O solo é um dos principais componentes quando se trata da manutenção e do equilíbrio dos sistemas antroponaturais. Sendo assim, o processo de formação e manutenção do solo são duas das mais importantes funções geoecológicas existentes (DE GROOT *et al.*, 2002).

O processo de formação do solo, também conhecido como pedogênese, é um processo que se dá a partir da transformação das rochas da litosfera, as quais,

expostas à atmosfera, sofrem ação direta da radiação solar, dos organismos e da umidade das chuvas, podendo-se afirmar, com base em Bertoni e Lombardi Neto (1999), que os fatores responsáveis por esse processo de transformação são: material de origem, clima, organismos, as formas do relevo e tempo.

Desse modo, os materiais de origem (rochas), expostos às condições do clima e às ações dos organismos e condicionados pelas formas do relevo ao longo de um determinado período de tempo, foram os que iniciaram com os processos que resultaram em inúmeras transformações na composição química e nos aspectos físicos dos minerais das rochas. Esse processo de transformação das rochas é denominado de intemperismo e pode ser classificado em intemperismo físico, quando as rochas e minerais têm sua forma e tamanho alterados, e intemperismo químico, quando a composição química é alterada (LEPSCH, 2011).

A função de formação de solo está relacionada com a capacidade dos sistemas em facilitar este processo. Processos de formação do solo incluem o intemperismo químico de rochas e do transporte e acúmulo de matéria orgânica e inorgânica (PETTER *et al.*, 2013)

Já a função de retenção do solo está relacionada com a capacidade que os sistemas antroponaturais possuem, a partir da interação dos seus componentes naturais, especialmente, a cobertura da terra e a declividade, em manter os solos e, com isso, diminuir a intensidade dos processos erosivos.

Os processos erosivos, em sua totalidade, são processos naturais, nos quais partículas de agregados de solo se desprendem e são transportadas até serem, finalmente, depositadas nas seções inferiores da paisagem. Esse desprendimento das partículas de agregados pode ser causado por diversos fatores, sendo os relacionados com o fluxo hídrico (escoamentos superficial e subsuperficial) os principais responsáveis por esses processos erosivos, especialmente em áreas agrícolas (GUERRA, 2011).

De todo modo, os processos erosivos são potencializados conforme as atividades antrópicas não planejadas, e vão ocorrendo e transformando a paisagem. Assim, diversos fatores interferem na dinâmica dos processos erosivos. São eles: energia cinética da chuva, propriedades químicas e físicas dos solos, cobertura vegetal, uso e manejo do solo e o comprimento, forma e declividade das encostas (GUERRA, 2011).

Embora o solo e as características geomorfológicas tenham grande influência para a função de prevenção de distúrbios, o uso e a cobertura da terra é que vai ter maior influência para a retenção do solo. Essa cobertura faz com que a remoção do

solo seja lenta, já que as raízes contribuem para a estabilização das encostas; a cobertura florestal contribui, reduzindo o nível de água da chuva que chega ao solo e também na diminuição da energia cinética da chuva, o que, conseqüentemente, diminuir o efeito *splash*. Esse fato pode ser comprovado com base nos estudos elaborados por Mendes (2006), que, em sua pesquisa, mediu o nível de perdas de solo em parcelas agrícolas e em parcelas florestadas também na área da bacia do Pito Aceso. Além disso, a vegetação tem papel importante para formação de húmus, que terá, por sua vez, influência na estabilização dos agregados do solo (GUERRA, 2011).

2.4.5 Função de manutenção de habitat

Já em relação a **funções de hábitat**, De Groot *et al.* (2002) afirmam que estas são essenciais para a conservação biológica e genética e para a preservação de processos evolucionários, uma vez que as referidas funções são de refúgio e berçário. A função de refúgio está relacionada com a capacidade dos sistemas naturais e antroponaturais de fornecerem espaço e abrigo para a fauna e a flora, contribuindo para a manutenção da biodiversidade. A função de berçário está relacionada ao fato de muitos sistemas naturais e antroponaturais possuírem áreas próprias para reprodução de determinadas espécies.

A manutenção de hábitat saudável é condição *sine qua non* para que as plantas e os animais possam exercer seus papéis, tanto em escala local quanto global, e também no que tange ao fornecimento das funções geoecológicas e, conseqüentemente, para fornecimento dos serviços diretos e indiretos prestados pelos sistemas antroponaturais (DE GROOT *et al.*, 2002).

Odum e Barret (2011) definem o hábitat como o lugar onde um organismo vive ou onde você pode encontrá-lo. Além dessa noção, vale apresentar a conceito de nicho ecológico relacionado ao papel que um organismo possui dentro de uma comunidade. O nicho é a “profissão” de um organismo, sua posição na cadeia trófica, sua relação no ambiente físico e sua interação dentro da comunidade.

Portanto, o hábitat e o nicho são dois conceitos distintos entre si. A formação do nicho ecológico de um determinado organismo vai depende das condições que o hábitat se apresenta, pois quanto mais o hábitat for degradado pior será a dinâmica de funcionamento do organismo.

As características espaciais de uma determinada localidade podem contribuir para a existência de espécies endêmicas. A noção clássica de endemismo tem sua origem na biogeografia, e trabalha com a noção de que devido a certas características histórico-evolutivas de um espaço são determinantes para a existência de algumas

espécies. De acordo com Caiafa *et al.* (2012), os endemismos incluem dois tipos de espécies confinadas a uma única região. A primeira é a espécie endêmica *strictu sensu*, relativamente recente. A outra é a espécie epibiótica, mais antiga. Por fim, o endemismo é, geralmente, associado à idade, ao isolamento e à heterogeneidade de habitats de uma área e como esses fatores influenciaram a evolução e a sobrevivência da espécie.

Dessa forma, a função de manutenção de habitat se caracteriza como a capacidade dos sistemas naturais em prover espaços para que plantas e animais possam habitar – função essencial para a manutenção de diversidade biológica e genética na planta, já que após mais de 3,5 bilhões de anos de evolução, os sistemas naturais podem ser considerados como “bancos genéticos”, cuja preservação é essencial para a manutenção dessa diversidade (DE GROOT *et al.*, 2002).

Ademais, a função de manutenção de habitat apresenta outra característica, além da manutenção do refúgio, a manutenção de espaços que servem de berçário para a vida selvagem, como praias que servem de áreas de desovas para tartarugas ou aves (DE GROOT *et al.*, 2002; ODUM E BARRETT, 2011). Do exposto, pode-se constatar que o uso e a cobertura para essa função terá papel preponderante.

2.4.6 Função de produção

As **funções de produção** estão relacionadas diretamente com a capacidade dos sistemas antroponaturais em prover matéria-prima e alimentos utilizados pelos seres humanos ou outros animais. Tais funções estão relacionadas com a dinâmica da cadeia trófica e a distribuição de energia e matéria dentro do sistema (DE GROOT *et al.*, 2002; COSTANZA *et al.*, 1997).

Os sistemas naturais são fontes quase que inesgotáveis de alimentos e matéria-prima para as populações humanas, uma vez que esse sistema é produtor de uma gama de plantas comestíveis, animais, fungos e frutos. Além dos sistemas naturais, ambientes antropizados em escalas pequenas de atuação, como agricultura de subsistência e aquicultura que, com nível aceitável de alteração e entrada de informação, matéria e energia no sistema, também podem ser considerados como provedores da função de produção de alimentos, desde que não interfiram na produção de outras funções dentro do sistema (DE GROOT *et al.*, 2002; PETTER *et al.*, 2013; COSTANZA *et al.*, 1997).

No que diz respeito à capacidade dos sistemas antroponaturais de gerar matéria-prima, De Groot *et al.* (2002) ressaltam que os recursos abióticos, como minerais e combustíveis fósseis, não são considerados como funções geoecológicas,

porque tais recursos não são renováveis. Sendo assim, a dinâmica que é responsável para surgimento desses recursos demanda diferentes processos dos que os recursos bióticos e renováveis demandam.

Logo, são considerados como resultantes da função de produção de matéria-prima somente os recursos de origem bióticos e abióticos renováveis, tais como madeira, fibras vegetais, bioquímicos e bicomcombustíveis gerados a partir do processamento de espécies vegetais, e que serão utilizados na produção industrial e no consumo diário das mais diversas atividades humanas (DE GROOT *et al.*, 2002; PETTER *et al.*, 2013; COSTANZA *et al.*, 1997).

As funções de produção também vão ser responsáveis pelo potencial genético, uma vez que quanto maior for a diversidade genética de uma determinada localidade maior será a sua biodiversidade e, conseqüentemente, maior será o potencial para produção de alimentos e matéria-prima (de GROOT *et al.*, 2002 e COSTANZA *et al.*, 1997).

Sendo assim, os processos evolutivos garantiram que os sistemas naturais possuíssem dentro de si uma diversidade genética. Essa diversidade é imprescindível para a manutenção da biodiversidade, uma vez que uma localidade com baixa diversidade genética é mais frágil do que uma com maior pluralidade genética, tanto em relação a sistemas naturais como antroponaturais (ODUM; BARRET, 2011).

De Groot *et al.* (2002) apontam que, apesar de muitos recursos bióticos (tanto plantas como animais) serem conhecidos, coletados e empregados em cultivos, esses não conseguiriam manter-se comercialmente estáveis sem um suporte genético. Sem a troca genética entre espécies cultivadas e seus “parentes selvagens”, as culturas acabariam perdendo qualidade, capacidade de resistir a pragas e a capacidade de adaptação a certos ambientes. Essa troca genética pode ocorrer de modo natural a partir de processos de polinização ou mesmo com trabalho de manipulação genética.

Figura 4– Funções geoecológicas



Fonte: adaptado de De Groot *et al.* (2002)

2.4.7 Função de oportunidade da paisagem

As funções de informação estão relacionadas com a capacidade de os sistemas naturais e antroponaturais garantirem a saúde e o bem-estar da vida humana. Além disso, tais funções estão relacionadas com aspectos culturais e valores humanos, por isso, permitem o desenvolvimento cognitivo, o enriquecimento espiritual e a experiência de contato com a natureza. Essa categoria está relacionada com serviços de recreação, turismo e informações histórico-culturais.

A relação entre os ambientes naturais e as populações é imprescindível para o processo de produção e reprodução das condições de vida. Logo, vão além de questões de abrigo ou fonte de alimentos. Esses espaços têm papel preponderante para o desenvolvimento de aspectos imateriais nas relações sociais, ou seja, esses espaços possuem oportunidades de enriquecimento espiritual, desenvolvimento mental, lazer e oportunidades para pesquisa e educação (DE GROOT *et al.*, 2002).

Por isso, Foster (1973, *apud* De Groot *et al.*, 2002) já expressava que os ambientes naturais proporcionam oportunidades para experiências educativas e de pesquisa, uma vez que funcionam como laboratórios, fonte para milhares de publicações anualmente, além de permitirem o desenvolvimento de práticas de educação ambiental e de outras práticas educacionais. Ainda mais, esses ambientes

possuem elementos naturais, por exemplo, cachoeiras e árvores, que criam sentimentos de continuidade e pertencimento expressos pela transmissão de valores morais e pela presença desses símbolos naturais. Por isso, esses ambientes apresentam função cultural e histórica.

Por fim, outra função que a paisagem possibilita está relacionada às questões estética e artística, como também à função de espaço de recreação. Essas duas funções, de certo modo, encontram-se ligadas, uma vez que, geralmente, as pessoas buscam ambientes naturais com o propósito de recreação e relaxamento e levam em consideração os aspectos cênicos. Portanto, essas duas funções têm impactos diretos nos processos de transformação desses ambientes.

Com intuito de facilitar o trabalho dos pesquisadores e por entender que fica mais fácil avaliar as funções da categoria informação (função estética e artística, função de recreação, função histórica e cultural e função de pesquisa e educação) se estas fossem agrupadas em somente uma função (função oportunidade da paisagem), tal opção foi baseada na obra de Petter *et al.* (2013), que também entenderam ser mais vantajoso agregar todas as funções de informação em uma só.

Portanto, ao se trabalhar como a metodologia proposta por Rodriguez *et al.* (2007), serão analisadas e identificadas as funções geoecológicas. Porém, para fins de análise e de classificação das funções, recorreu-se a metodologia de De Groot *et al.* (2002), pois, em sua obra, as funções são apresentadas de modo mais claro, propiciando melhor correlação entre as funções e a realidade da área de estudo.

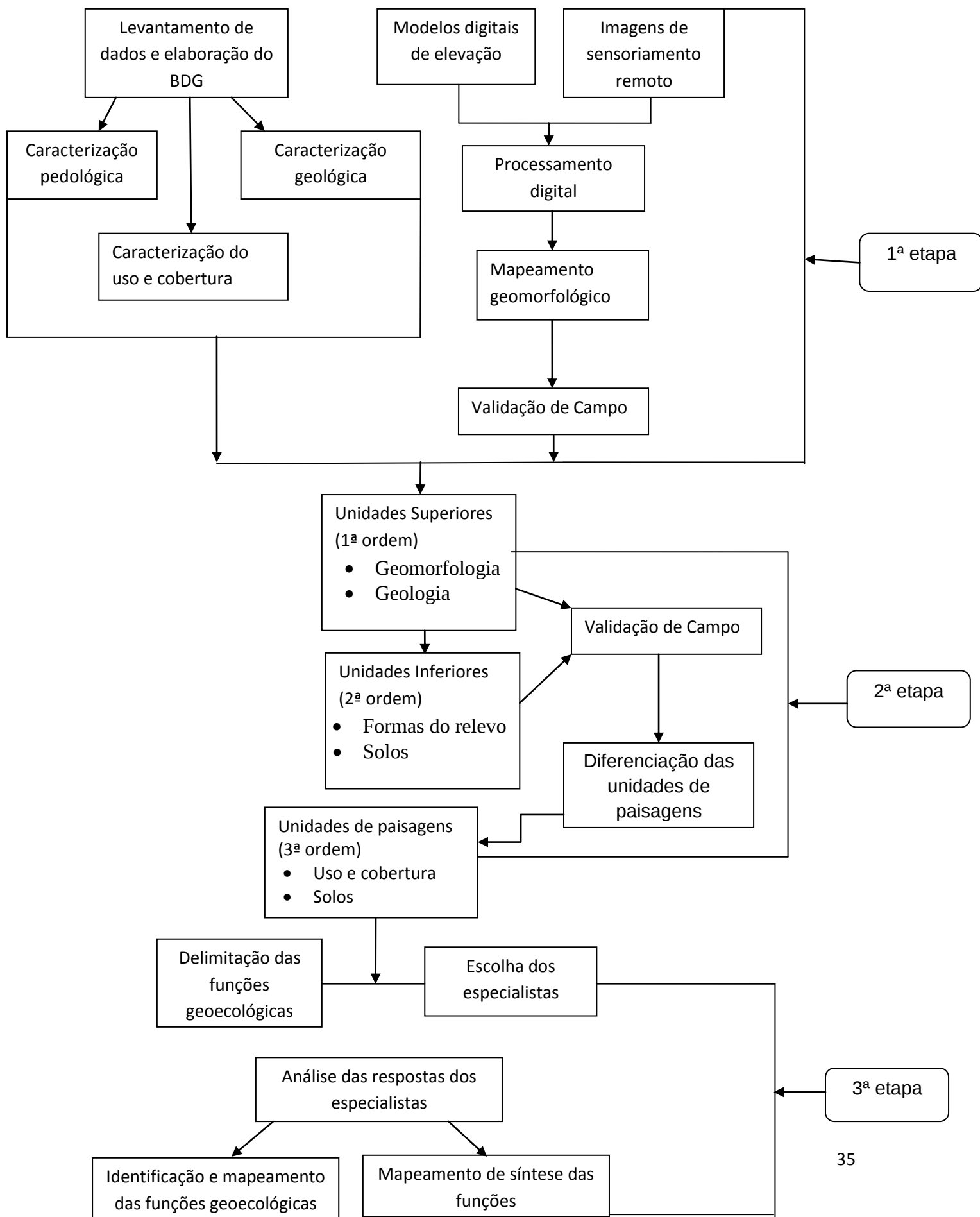
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 *Etapas e procedimentos metodológicos da pesquisa*

Para esta pesquisa, optou-se por seguir, como caminho teórico-metodológico, a Geoecologia de Paisagem, pois entende-se que o conjunto de métodos e técnicas permite colaborar com o processo de identificação dos componentes da paisagem, para classificação e cartografia destas e para identificação e mapeamento das funções geoecológicas.

A fim de facultar a execução dos objetivos desta pesquisa, foi necessário proceder ao inventário e, posteriormente, à compilação de uma série de informações físico-geográficas da bacia. Essas informações foram coletadas em instituições de pesquisa, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA SOLOS), a Universidade Federal Fluminense, e em órgãos de políticas públicas, como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Com base nos dados coletados, foram feitas as caracterizações dos componentes físico-geográficos e gerados mapeamentos, essenciais ao desenvolvimento da pesquisa. O trabalho foi elaborado a partir de três etapas metodológicas que serão apresentadas junto aos procedimentos metodológicos e métodos empregados para a confecção dos produtos da pesquisa. Abaixo, apresentamos o fluxograma, com as etapas metodológicas.

Figura 5- Fluxograma de Procedimentos metodológicos e etapas da pesquisa



3.1.1 Análise dos componentes físico-geográficos

Consistiram em uma etapa na elaboração do inventário, o levantamento de dados e a caracterização dos componentes físico-geográficos existentes na bacia. Além disso, trata-se de uma etapa de extraordinária importância, pois caracterizou o processo de coevolução, resultante das inter-relações entre os sistemas naturais e sistemas antrópicos, com o que se definirão as características do funcionamento do complexo físico-geográfico como um todo (MARTÍN-LÓPEZ; MONTES, 2008). Nesse momento da pesquisa, foram caracterizados os **componentes geológicos, pedológicos, formas de relevo e o uso e a cobertura da terra.**

Para realizar a **caracterização dos componentes geológicos**, foram utilizadas as informações obtidas a partir da folha de Casemiro de Abreu (**SF.23-Z-B-I**), na escala de 1:100.000, feita pelo Programa Geologia do Brasil (PGB), sob a responsabilidade do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Foram utilizadas tais informações em razão do maior grau de detalhamento. Outra opção era utilizar o mapeamento realizado pelo Projeto Rio de Janeiro, também executado pelo CPRM, mas na escala de 1:400.000. Assim, de posse dessas informações da folha Casemiro de Abreu, trabalhamos com o *software* Arcgis 10.1 e definimos as unidades geológicas localizadas na área de estudo.

O **mapeamento das classes de solo** existente na bacia teve como base as informações geradas na EMBRAPA SOLOS, a partir do trabalho de Chagas *et al.* (2012), que realizaram o levantamento e a caracterização das classes pedológicas da bacia do Pito Aceso. Já de posse das informações, as classes de solo foram agrupadas até o segundo nível taxonômico do SiBCS (EMBRAPA, 2006), utilizando o *software* Arcgis 10.1. As informações do *shape* apresentavam classes de solos até o quarto nível taxonômicos, contudo, para esta pesquisa, a pluralidade resultante dessa gama de classes de solo acabaria gerando mais informações e tornaria a pesquisa ainda mais complexa. Já a caracterização do clima teve como base as informações obtidas a partir do trabalho de Cronemberger *et al.*, (2010), em razão de a área da bacia ser de um pouco mais de 500 ha compreende-se que a área de estudo está totalmente inserida em uma única zona climática.

Para o **mapeamento geomorfológico**, optou-se por um caminho teórico-metodológico alicerçado na proposta de Ross (1992) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981). Com base no trabalho de Ross (1992), foi possível estabelecer as classes de relevo que foram mapeadas, já que em seu trabalho, o autor distingue os compartimentos geomorfológicos com base na escala de mapeamento,

sugerindo uma distinção em seis táxons². Optou-se, então, por dar maior ênfase ao 4º táxon, que corresponde às formas de relevo contidas nos padrões de formas semelhantes, tornando evidentes as formas de relevo de agradação e de denudação.

Já os procedimentos técnicos do mapeamento dos compartimentos do relevo da bacia do Pito Aceso embasou-se na proposta feita pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), que, em 1981, realizou o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, esta metodologia foi empregada em inúmeros trabalhos, como Florenzano (2008) e Seabra *et al.* (2010).

A produção do mapeamento geomorfológico necessita tanto de um trabalho de gabinete quanto de campo. As atividades de gabinete consistiram no levantamento bibliográfico acerca de estudos realizados no município de Bom Jardim - RJ, como pesquisas geológicas, geomorfológicas, dentre outros, bem como no levantamento de documentação cartográfica básica. Inclui-se nessa etapa, a aquisição de imagens de satélite, de cartas topográficas produzidas pelo IBGE e de dados produzidos pela EMBRAPA SOLOS.

Após o levantamento e a aquisição desses materiais, foi utilizado o *software* ArcGis 10.1 para elaboração da base cartográfica digital. De posse desses dados, foi possível gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE)³, a partir do *shape* de curvas-de-nível, na escala de 1:10.000, podendo-se extrair informações com *pixels* de 10x10 ms Este *shape* de curva-de-nível faz parte do acervo da Embrapa Solos e foi gerado a partir de um levantamento aerofotogramétricos. A partir do MDE, foi possível elaborar o mapa hipsométrico, de declividade do relevo e a construção do relevo sombreado.

Antes de o processamento final ser efetuado, foi desenvolvido um trabalho de campo, atividade com diversos objetivos, como checagem de informações dos mapas (hipsométrico, clinográfico, dentre outros), gerados em gabinete; identificação dos diferentes padrões, tipos e formas de relevo; observação das feições de processos atuais e registro fotográfico dos elementos observados.

Durante a atividade de campo, foram percorridos vários trechos da bacia hidrográfica, abrangendo diversos setores para melhor caracterização da área. Além disso, foram feitas paradas para coleta de pontos com GPS, fotografias de registro,, análise das formas de relevo, para que, posteriormente, fosse possível dividir a bacia em grandes compartimentos. Após a atividade de campo, os dados de declividade,

² Para saber mais sobre os seis níveis taxonômicos procurar em *O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxionomia do relevo*, Ross (1992)

³ Esses modelos digitais de elevação (MDE) contêm informações altimétricas estruturados em linhas e colunas, além de estar georreferenciadas (VALERIANO, 2008),

relevo sombreado e do MDE foram processados no *software Definiens Developer 7.0* (2007).

Foi realizada, então, a segmentação do MDE, dos dados de declividade e do relevo sombreado. A segmentação tem como objetivo agrupar os *pixels* em objetos, tendo com base parâmetros espectrais e de forma. A partir da criação dos objetos, foram utilizados os parâmetros de declividade e amplitude, para que se pudesse fazer a classificação dos compartimentos do relevo.

Entretanto, algumas adaptações à metodologia do IPT (*Tabela 1*) foram efetuadas, pois a bacia hidrográfica apresenta uma declividade bastante acentuada em toda sua área. Foi necessário rever os parâmetros utilizados pelo IPT, porém, mesmo com essa adaptação, só foi possível diferenciar três compartimentos de relevo.

Tabela 1- Classes dos compartimentos de relevo da bacia do Pito Aceso

Compartimentos	Amplitude	Declividade
Depressão intermontana	<100m	< 8%
Morros, morretes e colinas.	De 100 a 300 m	8%-45%
Serranos	>300m	>45%

Fonte: Modificado do IPT (1981)

A partir da compartimentação das formas semelhantes de relevo, foi feito o mapeamento das formas de relevo na escala de 1:50.000. Assim como o mapeamento dos padrões de formas semelhantes, o mapeamento das formas de relevo, na escala de 1:25.000, também foi feito utilizando o *software Definiens Developer 7.0*. A classificação das formas semelhantes foi feita a partir do método de classificação a objeto, enquanto, que a classificação das formas de relevo foi feita através de interpretação visual. Após este processo, foi realizada uma pós-classificação utilizando o *software ArcGis 10.1*, que teve por objetivo suavizar os contornos e corrigir equívocos.

Por último foi realizado o **mapeamento de uso e cobertura da terra** da Bacia do Pito Aceso foi gerado a partir de imagens do satélite WorldView® II do ano de 2010. O sistema WorldView® II, lançado em 2009, constituiu um avanço para o Sensoriamento Remoto orbital ao adquirir imagens multiespectrais de alta resolução espacial em oito bandas espectrais estreitas, alcançando da faixa do azul até o infravermelho próximo. (AFFONSO *et al.*,2012; NOVACK; RIBEIRO; KUX, 2011). As bandas espectrais utilizadas foram as banda 3, banda 4 e banda 5, as imagens

apresentam resolução de 0,6 metros, permitindo o mapeamento de toda a área das bacias na escala 1:5.000.

Antes de iniciar o processo de classificação das imagens, foi necessária a realização da ortorretificação digital que consiste na correção da imagem devido às diversas distorções, especialmente as causadas pela posição do satélite, pela superfície física da Terra (relevo e curvatura) e pela projeção cartográfica. Para a realização da ortorretificação das imagens, necessariamente deve haver um MDE (modelo digital de elevação), sem o qual não seria possível a correção devido ao terreno (VOLOTÃO, 2001, *apud* CERQUEIRA, 2004).

O processo de ortorretificação foi realizado no *software* ENVI® versão 4.5, tendo sido utilizada a ferramenta Orthorectification, além disso, vale ressaltar que tal processo foi aplicado, concomitantemente, nas três bandas e que foi utilizado um MDE gerado a partir das curvas de nível. Os resultados do processo de ortorretificação foram aferidos com base na comparação visual do hillshade da área.

Os procedimentos de classificação foram realizados no *software* Definiens Developer® versão 7.0. A primeira etapa consistiu na segmentação da imagem. Para tal foi utilizado o algoritmo de segmentação de multi-resolução. Com base neste algoritmo tanto as características espectrais do pixel, como os formatos dos objetos são fundamentais para a geração de objetos.

Esse procedimento de segmentação parte de objetos do tamanho de um único pixel que são agrupados em circuitos fechados, repetidamente, até que se chegue ao limiar superior de heterogeneidade, definido através do parâmetro de escala (DEFINIENS AG, 2007).

Vale ressaltar que o parâmetro de escala nada tem a ver com escala cartográfica, mas a um parâmetro que “determina a heterogeneidade máxima permitida aos segmentos resultantes”. Quanto mais altos forem os parâmetros de escala maiores serão os objetos. Logo, este é um fator único que leva em conta a área e o valor da similaridade dos *pixels* na definição dos objetos (DEFINIENS AG, 2007, p. 63). Neste trabalho foram utilizados os parâmetros de segmentação conforme Prado (*et al.*, 2009) para uma imagem de alta resolução na mesma área de estudo, logo o valor de escala empregado foi de 30.

Além do parâmetro da escala, ainda existem outros dois que são utilizados nesse tipo de segmentação, a saber: Forma e Cor. O parâmetro de Cor está relacionado, diretamente, com o agrupamento dos pixels, tendo como base a correlação espectral de cada pixel. Já o parâmetro Forma é formado por duas variáveis que são, Compacidade e Suavidade. A variável Suavidade corresponde ao

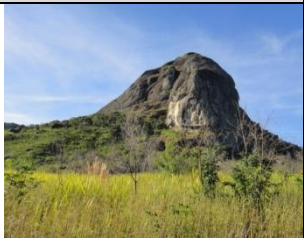
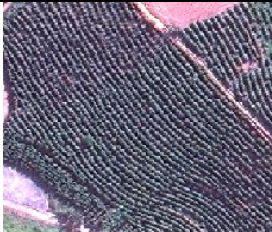
peso dado para suavizar os contornos dos objetos, enquanto que a variável Compacidade corresponde ao peso dado para compactação dos próprios objetos, tornando-os quando menor for possível.

Ao processar a segmentação é necessário dar pesos aos parâmetros de Forma e Cor, sendo que tal relação entre Forma e Cor tem que dar o valor de 1. Neste trabalho, foi atribuído o valor de 0,1 para Forma e, conseqüentemente, de 0,9 para Cor. Como o parâmetro Forma é composto pelas variáveis Compacidade e Suavidade também deverão ser atribuídos pesos. Foram atribuídos os valores de 0,5 para cada uma das variáveis. Os valores dos parâmetros foram alcançados de maneira empírica, isto é, diversos outros valores foram utilizados, mas foram esses os que apresentaram melhores resultados.

O processo de classificação também foi realizado no *software* Definiens Developer® versão 7.0 e foi utilizado o método do vizinho mais próximo, que tem como base a classificação orientada ao objeto. O classificador Vizinho mais próximo tem como base a segmentação e as amostras de treinamento. Ao se definir um conjunto representativo de amostras para cada classe, cada segmento é associado à classe que mais se aproxime de um determinado conjunto de amostras dentro de um espaço característico. Aqui, optou-se pelo valor padrão de 0.6 para curva de função, o qual indica qual será a função de pertinência que um objeto tem que ter para se encaixar em uma determinada classe. Quanto maior for o valor de pertinência, menor será o valor da distância mínima. O método é semelhante à tradicional classificação supervisionada, em que é necessário que se escolham áreas de treinamento, cujos valores dos descritores (tanto espectrais quanto de forma e textura) definirão as respectivas classes (PRADO *et al.*, 2009).

As classes de uso da terra foram adaptadas do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999), sendo elas: Mata Estágio Inicial de Regeneração, Mata Estágio Avançado de Regeneração, Culturas Anuais, Culturas Perenes, Solo Exposto, Pasto Sujo, Pasto Limpo, Área Construída, Afloramento e Sombra (*Tabela 2*). A seguir, serão detalhadas as classes utilizadas no mapa:

Tabela 2- Classes de uso da terra e respectivas respostas espectrais da imagem World View® e correspondência em campo.

Definição das classes	Resposta espectral	Correspondência em campo
Afloramentos: Rochas que ficam expostas na superfície		
Área Construída: Áreas edificadas de baixa densidade, com pequenas áreas agrícolas associadas. Presença de chácaras, casas de moradia entremeadas por vegetação arbórea e arbustiva esparsa.		
Culturas Anuais: Culturas agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixa o terreno disponível para novo plantio. Dentre as culturas na área da bacia, destacam-se: milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e outras.		
Culturas Perenes: Culturas agrícolas de ciclo longo que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano. Nessa classe, estão os seguintes cultivos: café, banana e eucalipto.		

Definição das classes	Resposta espectral	Correspondência em campo
Floresta em Estágio Avançado de Regeneração: Consideram-se como remanescentes florestais em estágio avançado de regeneração as formações arbóreas que possuem estrutura florestal com cobertura superior contínua.		
Floresta em Estágio Inicial de Regeneração: Consideram-se vegetação em estágio inicial de regeneração florestal as formações arbóreas que possuem estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior		
Pasto Limpo: Áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante plantio de forragens perenes. Nessas áreas o solo está coberto por vegetação de gramíneas ou leguminosas.		
Pasto Sujo: Áreas de pasto que não estão sendo utilizadas ou encontram-se em situação de pousio inicial apresentam, principalmente, espécies herbáceas.		

Definição das classes	Resposta espectral	Correspondência em campo
Solo Exposto: Áreas onde a cobertura vegetal foi removida, ou seja, para reforma de pasto ou em descanso para cultivo agrícola, além de estradas de terra, áreas de corte e aterro ou, ainda, sob processos erosivos.		

Fotos: Elaborado pelo autor e fotos de Rachel Bardy Prado.

3.1.2 Classificação e cartografia das paisagens

A segunda etapa do procedimento metodológico está relacionada com as etapas de análise, classificação e cartografia das paisagens, a partir dos dados já inventariados e das primeiras análises e caracterizações dos sistemas naturais feitas. Além disso, a classificação e a cartografia possibilitaram a identificação dos diferentes elementos que compõem os sistemas naturais, contribuindo, sobremaneira, para assimilação do funcionamento da paisagem. O processo de classificação e cartografia das paisagens teve como base metodológica os trabalhos de Priego *et al.* (2008) e Rodriguez *et al.* (2007), nos quais as paisagens são classificadas conforme critérios de homogeneidade, separadas com base em níveis hierárquicos.

O resultado do processo de diferenciação e classificação das paisagens é o mapa de paisagens físico-geográfico, que representa tanto as unidades de paisagens de nível regional como de nível local. O mapa de paisagem pode ser estruturado e representado com base em três tipos de procedimentos: analítico, semissintético e sintético.

Nesta pesquisa opto-se pelo o mapeamento sintético, que tem como objetivo a representação de contornos unitários de cada unidade. Nesse tipo de mapeamento os diferentes níveis hierárquicos são representados por diferentes linhas e são explicitados de forma escrita. A legenda e os procedimentos de representação estabelecem critérios hierárquicos. Por fim, deve-se seguir a seguinte ordem de descrição dos componentes: relevo, litologia, clima, solo, vegetação e uso do solo (RODRIGUEZ *et al.*, 2007). Esse tipo de mapeamento tem por objetivo conceber a paisagem como um todo integrado, em que cada uma das unidades é apresentada de

forma distinta, e, ao mesmo tempo, como subordinadas hierarquicamente (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

A realização dessa classificação passou por três etapas. A primeira foi o trabalho de gabinete, em que foram estabelecidos os critérios para classificação e realizado o processamento dos dados de sensoriamento remoto, como também desenvolvidas análises espaciais em ambiente SIG, as quais deram origem ao mapeamento preliminar. A segunda etapa foi ida ao campo, quando foram coletadas informações que facilitaram o processo de classificação e traçados os limites das unidades de paisagem. A última etapa consistiu em corrigir os erros e as imperfeições resultantes do mapeamento preliminar e na definição do mapeamento final (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

A classificação e a cartografia das unidades de 1ª ordem de paisagem têm como objetivo diferenciar o espaço segundo os distintos processos históricos de formação, as diferentes composições e os processos predominantes. Para realizar o mapeamento das unidades de 1ª ordem, foi necessário fazer o levantamento dos componentes climáticos e geológicos da área de estudo, pois o conhecimento dessas variáveis, junto aos padrões dominantes de formas do relevo, ensejou definir esse nível hierárquico.

As unidades de 2ª ordem de paisagem são as unidades hierarquicamente abaixo das de 1ª ordem (*Tabela 3*), consistindo na classificação dessas unidades de paisagem e na subdivisão das unidades superiores de paisagem por seus diferentes tipos de relevo, detalhados por informações litológicas e de gênese.

O processo de classificação dessas unidades é resultado da análise dos dados de declividade, forma do terreno, solos, hidrografia. Os dados de forma do terreno, declividade e hidrografia foram importantes para a classificação dos tipos de vertentes (moderadas e íngremes), bem como para separar os morros e interflúvios das colinas isoladas. Já os dados de solos foram úteis para a separação da planície fluvial em duas unidades, a várzea e o terraço fluvial. O mapeamento das unidades de 2ª ordem teve como base o mapeamento do relevo da unidade superior, contudo, foi atribuída maior ênfase nas formas do relevo existente em cada um dos padrões dominantes, tendo sido realizada esta parte do trabalho, a partir da interpretação visual no *software* Definies 7.0.

A classificação das unidades inferiores de paisagem foi elaborada levando-se em conta tanto os aspectos relacionados à morfologia, quanto os relacionados às particularidades evolutivas, à dinâmica dos seus processos e à interação entre os componentes. Além disso, foram igualmente consideradas as observações feitas em

campo e os critérios adotados em outros trabalhos científicos (RODRIGUEZ *et al.*, 2007; SEABRA *et al.*, 2010 e PRIEGO *et al.*, 2008). A tabela exposta a seguir apresenta os critérios morfológicos utilizados para a classificação de cada um dos grupos de paisagem.

Tabela 3 – Critérios para classificação dos grupos de paisagem

Unidades 2ª ordem	Critérios para classificação dos níveis inferiores de paisagem
Vertentes escarpadas	Montanhas escarpadas com amplitude entre 200 e 300 metros, declividade superior a 75%, com afloramento rochoso.
Vertentes íngremes	Montanhas com vertentes muito inclinadas e predominantemente côncavas-convexas, com elevada declividade entre 45% - 75%.
Vertentes moderadas	Montanhas com vertentes inclinadas e predominantemente retilíneas-convexas com declividade entre 20% -45%.
Pontão	Pontão rochoso, afloramento com cume arredondado e bastante abrupto.
Vales intramontanos	Áreas com grande acúmulo de fluxos de drenagem, com formação em V, inseridas nos domínios montanhosos.
Morros e interflúvios	Morros que separam vales com vertentes convexas.
Colinas isoladas	Colinas suavemente onduladas com vertentes côncavas-convexas e topos aplainados.
Rampas	Encostas de fundo de vale ou sopé de montanhas suavemente onduladas, associados a áreas de deposição de colúvio e/ou tálus.
Vales encaixados	Vales encaixados em forma de "V" em áreas de morros e colinas
Fundo de vale	Áreas de concentração de drenagem encaixados em forma de "U"

Terraço Fluvial	Superfícies horizontais ou levemente inclinadas, constituídas de depósito sedimentar ao longo da planície fluvial.
Várzea	Terrenos baixos ou mais ou menos planos às margens dos rios.

A delimitação das unidades de paisagem de 3ª ordem foi feita com base nas informações obtidas a partir da delimitação das unidades de 1ª ordem, 2ª ordem e das tipologias de paisagem. A compilação dessas informações foi necessária para entender a estrutura e a dinâmica geossistêmica da área de interesse. A partir dessas informações, portanto, é que foi elaborada uma matriz geoecológica das unidades de paisagem com todos os dados relativos às hierarquias da paisagem. Além disso, foi elaborado o mapa de unidades da paisagem para a bacia do Pito Aceso.

A delimitação das unidades de paisagem de 3ª ordem foi feita a partir da subdivisão das unidades de 2ª ordem de paisagem pelo Uso e Cobertura da Terra (TÁVORA, 2011) e pelo mapeamento de Classes de Solos realizados pela Embrapa (CHAGAS *et al.*, 2012). Por último, foi construída a legenda hierárquica, tendo como base o mapeamento realizado por Rodriguez *et al.* (2007), na escala 1:25000, na qual se relacionam as unidades superiores com as inferiores.

3.1.3 Identificação das funções geoecológicas

A realização desta etapa dependia da conclusão das etapas anteriores, uma vez que a identificação das funções estava sujeita ao conhecimento dos componentes e das dinâmicas que possui o sistema da bacia do Pito Aceso.

Procedeu-se à identificação das funções com base na classificação das unidades de paisagem. Foi possível, então, fazer a correlação entre as unidades e as funções, tendo sido elaborada uma matriz de correlação entre as unidades da paisagem e as funções geoecológicas.

O mapeamento das funções geoecológicas fundamentou-se nas propostas metodológicas de Kienast *et al.* (2009) e Petter *et al.* (2013). Tais propostas têm como alvo o mapeamento das funções e, para isso, faz-se uso de inúmeras variáveis ambientais, e não somente da cobertura da terra, que durante muito tempo foi a principal referência utilizada para a identificação de possíveis serviços ambientais, como de COSTANZA *et al.* (1997) e Liu *et al.* (2010).

Petter *et al.* (2013) ressaltam, no mapeamento das funções, que o uso exclusivo e a cobertura acabam por gerar algumas lacunas, somente preenchidas agregando-se outras informações como, por exemplo, informações geomorfológicas, geológicas e climáticas, todas essas informações imprescindíveis para entender a dinâmica das funções geoecológicas.

Partindo dessa base, é que se buscou agregar as informações das unidades de paisagem. Foi utilizada tal metodologia, pois, além desta agregar informações de uso e cobertura da terra, tanto geomorfológicas, quanto geológicas e climáticas, também fornece uma delimitação espacial.

Buscando identificar as funções geoecológicas existentes nas unidades de paisagem da bacia do Pito Aceso, foram selecionadas 12 funções geoecológicas, adaptadas de Groot *et al.* (2002) e de Petter *et al.* (2013), cuja lista e descrição podem ser observadas na tabela abaixo (*Tabela 4*).

Tabela 4 – Lista das funções Geoecológicas e suas respectivas descrições

Categoria de funções	Funções geoecológicas	Descrição – processos geoecológicos e componentes
Função de Regulação	Regulação de Gases	Está relacionado com a influência dos sistemas naturais e antrópicos na regulação dos processos biogeoquímicos
	Regulação do Clima	São os processos atmosféricos e os padrões climáticos que por sua vez criam o microclima e contribuem para manutenção de espécies vegetais e animais, e que são influenciados pela cobertura do solo e processos biológicos.
	Regulação do ciclo da água	A capacidade do sistema de distribuir a água através da atmosfera, solos, aquíferos, rios, lagos e zonas úmidas.
	Armazenamento da água	Capacidade em estocar a água que entrar no sistema.
	Retenção do solo	A capacidade do sistema em reter o solo, assim diminuir a intensidade de processos erosivos
	Formação do Solo	A capacidade dos processos biogeoquímicos existentes no sistema para formação dos solos
	Regulação dos Nutrientes	O papel dos sistemas no transporte, armazenamento e reciclagem de nutrientes.

Função de Produção	Alimentos	Capacidade do sistema de produzir biomassa, que será convertida em energia e nutrição, especialmente as fontes de alimentos derivadas do processo de fotossíntese
	Recursos Genéticos	São os sistemas, em decorrência da manutenção de um alta taxa de diversidade de organismos desenvolvidos ao longo do tempo, apresentam elevada gama de diversidade em nível molecular.
	Matéria-prima	Biomassas utilizadas para outros propósitos que não produção de alimentos
Função de hábitat	Função manutenção de hábitat	A capacidade do sistema de possuir espaços adequados para as plantas e os animais selvagens habitarem e também se reproduzirem
Função de Informação	Oportunidades da Paisagem	A capacidade do sistema de oferecer inspiração, motivação, valores culturais, históricos, estéticos, melhoria da saúde, sentido de lugar, amenidade. Oportunidade de lazer científica e educacional, proporcionada pela extensão e variedade de recursos naturais e paisagens.

Fonte: Adaptado de De Groot *et al.* (2002) e Petter *et al.* (2013)

A partir da definição das funções geoecológicas e do resultado da delimitação das unidades de paisagem, foi gerada uma matriz de correlação, preenchida com ajuda de especialistas de diferentes áreas (*Anexo 1*). A escolha por essa direção se deu porque o método (Especialistas ou *ad hoc*) parte da premissa de que é necessário à formação de grupos de trabalho multidisciplinares com especialistas em cada campo de atuação, com vasta experiência, que irão apresentar suas impressões baseadas no conhecimento pretérito de suas atividades para a elaboração de um relatório que irá relacionar e proporcionar melhor visão acerca das questões ambientais. De preferência, os especialistas selecionados devem ter experiência ou afinidade com o tipo de projeto a ser analisado (OLIVEIRA e MOURA, 2009).

O método é comumente utilizado em atividades de análise de impactos ambientais e surgiu da necessidade de se elaborar um parecer com abordagem cada vez mais holística, com análises que contemplassem os aspectos econômicos ou técnicos. Ademais, este procedimento é utilizado quando as informações são escassas ou quando há uma falta de experiência por parte de quem está desenvolvendo o projeto para o uso de métodos mais elaborados (OLIVEIRA e MOURA, 2009).

Oliveira e Moura (2009) afirmam que há diversos métodos com base na consulta de especialistas e o mais empregado é o método Delphi, que tem como principal característica a necessidade de elaboração de questionários a serem preenchidos pelos especialistas, buscando-se, em seguida, consenso ou não. Para esta pesquisa, porém, entendeu-se que a elaboração da matriz de correlação seria um método de análise não só mais rápido, como também de mais fácil colaboração por parte dos especialistas.

De todo modo, a consulta a especialista tem como principal contribuição tornar-se um método a ser desenvolvido num curto período de tempo, sem grande disponibilidade de informações. Além disso, a consulta aos especialistas garante caráter mais científico à pesquisa. A principal crítica ao método é a possível subjetividade dos resultados, uma vez que estes dependem, principalmente, da qualidade do grupo de especialistas reunidos e do nível de informação existente na pesquisa.

No tocante a este trabalho, o método de consulta a especialistas é o mais indicado, tendo em vista a complexidade do tema, tornando-se necessário vasto conhecimento acerca não só da temática, como também das questões ambientais, para que as correlações necessárias possam ser efetivadas.

A escolha dos especialistas foi feita com base no princípio da amostragem teórica, buscando-se mais variedade do que representação estatística. Esses especialistas foram escolhidos levando-se em conta suas experiências acerca do tema de serviços ambientais e, também, seus diferentes pontos de vista. Foi elaborada uma lista com 22 pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, com experiência comprovada no campo de serviços ambientais. A partir dessa lista, foram selecionados cinco pesquisadores com mais experiência na temática e também conhecimento da dinâmica ambiental da área estudada. Com isso, a fim de manter-se a diversidade de campos de conhecimento, foram selecionados três agrônomos, um biólogo e um geógrafo.

A matriz para análise das funções geoecológicas foi elaborada para que pudessem fazer as correlações entre cada uma das funções e as unidades de paisagem. A matriz separa as funções de acordo com as suas categorias. Foram analisadas sete funções referentes à categoria regulação, três funções relacionadas à categoria produção, uma à categoria hábitat e uma à categoria informação. Vale frisar que, em relação à categoria funções de informação, optou-se por fundir as categorias apontadas por De Groot *et al.* (2002) em uma só, conforme fez Petter *et al.* (2013).

Isso foi feito por entender-se que a análise desses tipos de funções são mais difíceis em razão do seu alto grau de subjetividade.

De posse da matriz de correlação, pediu-se aos especialistas que atribuísem valores de 1 a 3 em relação ao grau de relevância de uma determinada função na unidade de paisagem. Sendo o valor 1 é referente ao baixo grau de relevância e o valor 3 a alto grau de relevância. Para isso, além da matriz de correlação, também foi disponibilizada aos especialistas a tabela com as características das unidades de paisagem. Ao analisar as funções, os especialistas avaliavam as características das unidades e determinavam o grau de relevância.

Além do grau de relevância das funções, foi pedido aos especialistas que justificassem, a partir das características físico-geográficas das unidades de paisagem, que componente da paisagem teria mais influência para a prestação de determinada função. Assim, solicitou-se que os especialistas indicassem se as características geomorfológicas, os diferentes tipos de solos, os diferentes usos e coberturas da terra ou se era a estrutura da paisagem como um todo – fruto da relação dinâmica entre todos os componentes – seriam responsáveis pela existência de uma determinada função.

O objetivo principal deste tipo de análise é compreender não só a importância das funções em uma determinada unidade de paisagem, mas também vislumbrar qual o principal componente da paisagem responsável pela existência daquela determinada função. Desse modo, buscou-se com tal metodologia um entendimento mais completo e dinâmico das funções geoecológicas em cada uma das unidades de paisagem.

Como um dos objetivos dessa pesquisa é a espacialização das funções geoecológicas, tendo como substrato as unidades de paisagem, optou-se, então, por utilizar como referência o trabalho de Petter *et al.* (2013). Neste trabalho os autores determinaram o grau de relevância de determinada função foi atribuído por especialistas que davam notas de 0 a 1 com base nos atributos físico-geográficos da bacia hidrográfica estudada.

Nesse momento da pesquisa, os resultados das funções geoecológicas foram separados em diferentes planilhas, que apresentaram os resultados apontados por cada um dos cinco especialistas (*Anexos 2, 3, 4, 5, 6*) para cada uma das unidades de paisagem. A partir desta separação, foram interpretados os resultados do grau de relevância das funções geoecológicas em todas as unidades de paisagem. Estes foram diferenciados em quatro categorias: irrelevante, pouco relevante, relevante e muito relevante. Essa diferenciação em categorias foi feita a partir do somatório dos pesos atribuídos pelos especialistas. Desta forma, as funções que receberam os

pesos entre 5- 6 foram consideradas com o grau irrelevante, as que tiveram o somatório final dos pesos entre 7-8 foram consideradas pouco relevantes, já as funções que tiveram o peso final entre 9-10 foram consideradas relevantes e, por fim, as funções que apresentaram somatório final maior do que 11 foram consideradas muito relevantes. Essa metodologia tem como base o trabalho de Kandziora *et al.* (2013), no qual os autores definiram o grau de relevância dos serviços ambientais em uma área, na Alemanha, com base em pesos atribuídos a características espaciais da bacia..

No que diz respeito à questão qual componente da paisagem é responsável pela existência da função geoecológica em uma determinada unidade de paisagem, optou-se por um caminho com base na observação dos diferentes resultados apresentados pelos especialistas. Assim, levou-se em consideração o conhecimento de cada um deles quanto à função observada, bem como o no tocante à dinâmica ecológica da área.

Com base nesses resultados, foi montado um mapa com os potenciais que as unidades de paisagem têm em relação às categorias das funções geoecológicas.

Neste mapa foram identificadas as potenciais categorias de funções existentes em cada uma das unidades de paisagem, e com base na tabela feita pelos especialistas foi gerada uma planilha que contém todas as unidades de paisagem e funções geoecológicas, com seus respectivos graus de relevância para cada uma das funções. Levando em conta estas informações, foram consideradas somente as funções que apresentaram graus relevantes e muito relevantes, e a partir daí foram analisadas as principais funções existentes em cada uma das unidades, e informado as quais categorias tais funções pertencem.

CAPÍTULO 4 - CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES NATURAIS DA BACIA DO PITO ACESO

Para que se possa compreender os aspectos relacionados com a dinâmica e com o funcionamento dos geossistemas, é imprescindível conhecer seus componentes e suas inter-relações. Dessa forma, a representação dos componentes da paisagem é uma importante ferramenta para a análise das mais diferenciadas pesquisas, que têm nas questões ambientais seu objeto de investigação.

No presente trabalho, não foram focadas somente a caracterização e a espacialização desses fatores, uma vez que se buscou-se analisar, também, a estrutura e as funções desse geossistema. A análise da estrutura e das funções foi elaborada a partir da construção de gráficos e matrizes de relacionamento, da sobreposição de temas e da quantificação de atributos temáticos dos componentes da paisagem. Todo o trabalho gerado durante a pesquisa foi incorporado ao Banco de Dados Geográficos (BDG), utilizado na confecção da cartografia de paisagens.

Entende-se, portanto, que a bacia do Pito Aceso é um geossistema antroponatural, em que os componentes ambientais e sociais interagem, influenciando na estrutura e nas funções geossistêmicas.

4.1 Geologia

Com base nos trabalhos apresentados por Heilbron *et al.* (2000) e Trouw *et al.* (2012), pode-se afirmar que o Estado do Rio de Janeiro e, conseqüentemente, a bacia do Pito Aceso estão inseridos na unidade geotectônica conhecida como Faixa Móvel Ribeira, mais precisamente no segmento central dessa faixa móvel, que se estende por aproximadamente 1.400 km ao longo da costa brasileira, circundando as porções leste e sudeste do chamado Cráton do São Francisco (TROUW *et al.*, 2012).

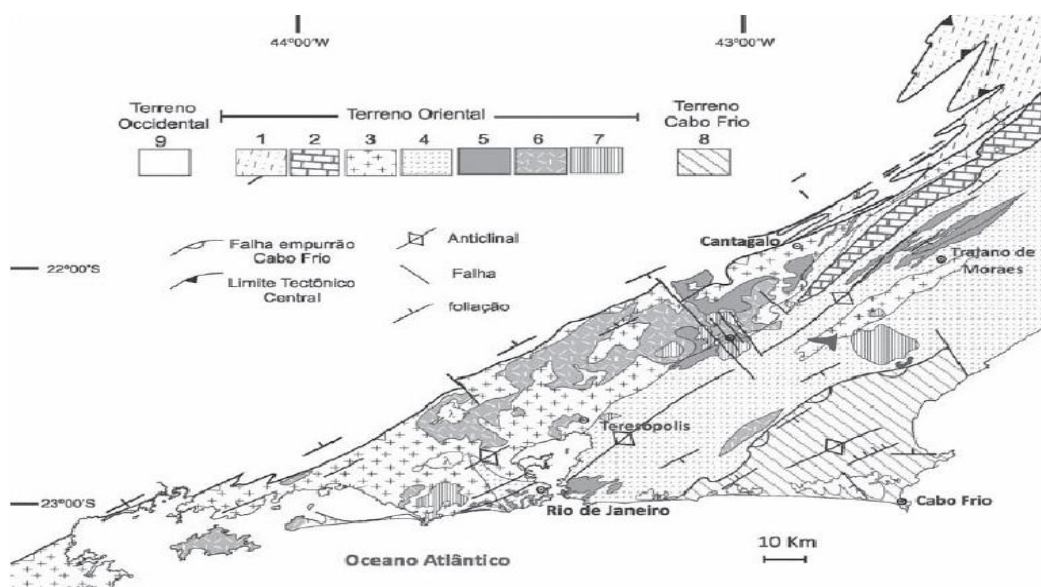
A Faixa Móvel Ribeira é parte de um antigo conjunto de cadeias de montanhas, originária da Orogênese Brasileira, fenômeno ocorrido entre 670 e 480 Ma (milhões de anos), que resultou no supercontinente Gondwana. Dessa forma, a maioria dos embasamentos possui idade pré-cambriana (1,8 Ga) e foram recobertos durante o período Proterozóico, por sequência de sedimentos vulcânicos de diferentes origens, além dessas rochas terem sido deformadas em várias etapas, enquanto sofriam intenso metamorfismo em associação com diversos pulsos de magmatismo (HEILBRON *et al.*, 2000; TROUW *et al.*, 2012; HEILBRON e MACHADO, 2003).

O segmento central da Faixa Ribeira (*Figura 6*) é subdividido em quatro terrenos tectono-estratigráficos: Terreno Ocidental, a noroeste; *Klippe* do Paraíba do Sul;

Terreno Oriental; e Terreno Cabo Frio, a sudeste (Heilbron e Machado, 2003). O Terreno Oriental foi dividido por Heilbrone e Machado (2003) em três domínios tectônicos: Domínio Cambuci, Domínio Costeiro e a *Klippe* Italva. Com base nos trabalhos de Mendes *et al.* (2007), pode-se afirmar que o município de Bom Jardim está situado sobre as rochas do Domínio Costeiro, onde se localizam, predominantemente, as rochas ortoderivadas pertencentes ao Batólito da Serra dos Órgãos e do Complexo Rio Negro.

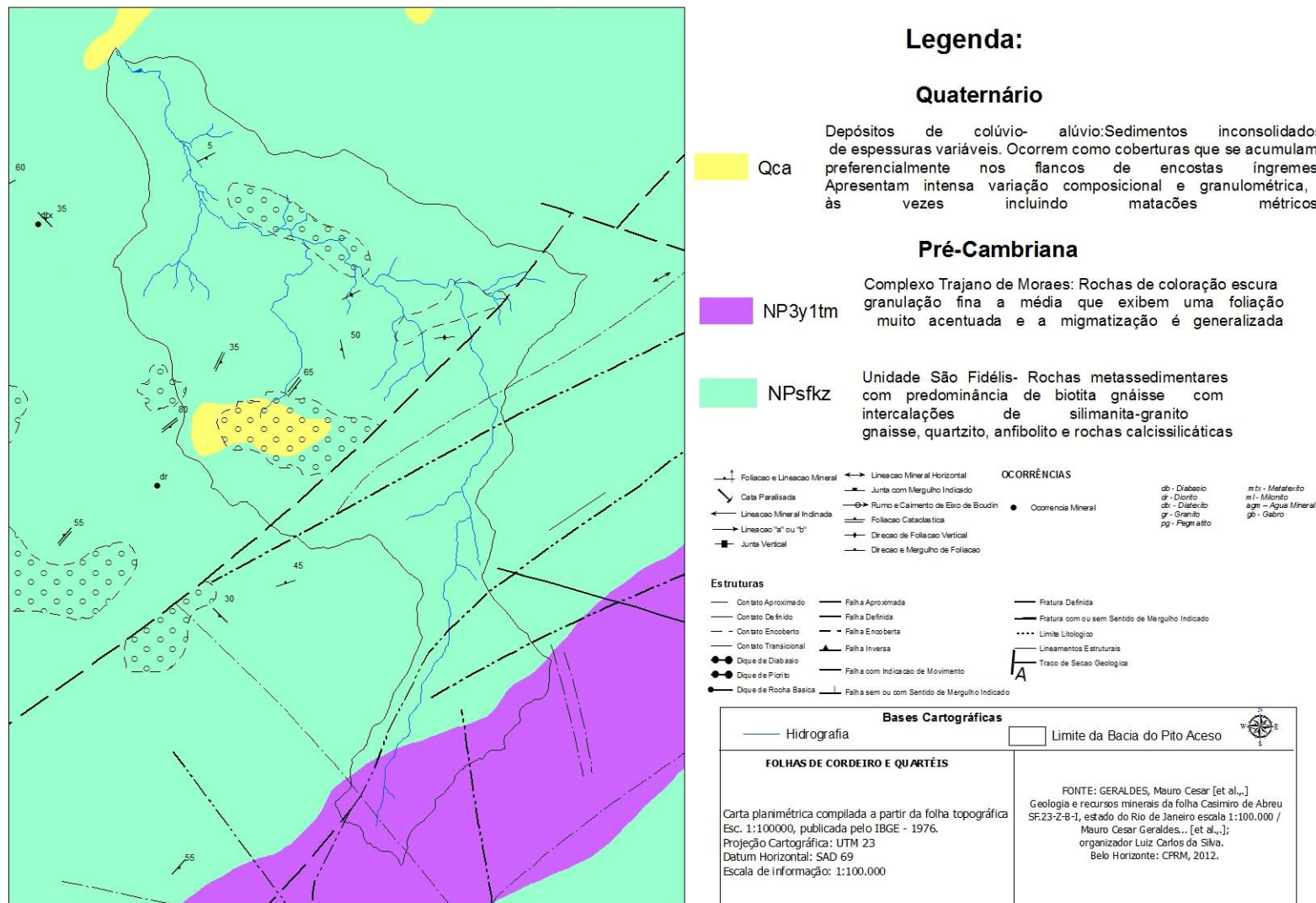
De acordo com Tupinambá (1999), o Domínio Costeiro compreende duas associações metassedimentares, o Arco Magmático Rio Negro e granitóides mais jovens. Ainda com base em referido autor (*op. cit.*), esse arco magmático cordilheirano de idade neoproterozoica é constituído pelas rochas ortoderivadas do Complexo Rio Negro, junto aos plútons gabroides associados.

Figura 6 - Terreno Oriental da Faixa Ribeira na Região Serrana Fluminense



Legenda: 1- Grupo Bom Jesus; 2- Grupo Italva; 3- Complexo Rio Negro; 4- Grupo São Fidélis; 5- Suíte Cordeiro; 6- Suíte Serra dos Órgãos; 7- Suíte Nova Friburgo; embasamento e cobertura dos terrenos; 8- Terreno Cabo Frio; 9- Ocidental. Fonte: TUPINAMBÁ *et al.*, (2012)

Com base no mapeamento realizado pelo Programa Geologia do Brasil (PGB) (Mapa 1), na escala 1:100.000, elaborado pelo CPRM (Geraldes *et al.*, 2012), assim como no contexto regional previamente apresentado, foi possível identificar duas unidades geológicas existentes na bacia do Pito Aceso: Unidade São Fidélis e o Complexo Trajano de Moraes.



Mapa 1 – Mapa da geologia da Bacia do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ

Essas duas unidades geológicas têm como características a presença de rochas pré-cambrianas, em geral deformadas, metamorfizadas e até migmatizadas, ou seja, sofreram processo de fusão parcial durante o alto metamorfismo a que foram submetidas.

De acordo com Gerald *et al.* (2012):

A Unidade São Fidélis aqui empregada é interpretada concernente aos metassedimentos do Domínio Costeiro. Essa unidade é formada predominantemente por gnaisses bandados e migmatitos estromáticos, mas podem ocorrer também migmatitos de estrutura dobrada, flebítica, *schlieren* e também migmatitos homogêneos de estrutura nebulíticas. Ocorrem ainda pequenas lentes calsilicáticas, bancos de quartzíticos. Além de tipos litológicos ortoderivados, sob forma de lentes, englobado pelos gnaisses. Ocorrem ainda gnaisses finos, hololeucocráticos, de bandamento pouco desenvolvido, constituídos de microclina, quartzo, plagioclásio e raramente em menor quantidade, biotita, granada e cordierita (GERALDES *et al.*, 2012, p. 62).

Já o Complexo Trajano de Moraes, segundo os autores (*op. cit.*), é caracterizado por um conjunto magmático, metamórfico, migmatizado, constituído de rochas escuras, de granulação fina a média, que exibem uma foliação muito acentuada ou até mesmo um fino bandamento. As rochas se distribuem em uma longa faixa com direção NE-SW, estendem-se por 36 km e possuem largura variável. Além disso, nessa unidade, há ocorrência de plútons de composição granítica e seus alojamentos estão associados a falhas (GERALDES *et al.*, 2012).

Nas áreas mais planas da bacia, são encontrados sedimentos inconsolidados, compostos por sedimentos transportados de granulometria variada, provavelmente de idade quaternária, relacionados a depósitos alúvio-colúvio. Os blocos e matacões encontrados ao longo dos leitos dos rios estão, provavelmente, associados aos processos erosivos que culminaram no recuo das encostas. Ao longo da bacia, também é possível observar a presença de depósitos de tálus nos sopés de alguns morros, que por conta da alta declividade e de forças gravitacionais se desprenderam desses morros e foram depositados ao longo dos sopés (GERALDES *et al.*, 2012).

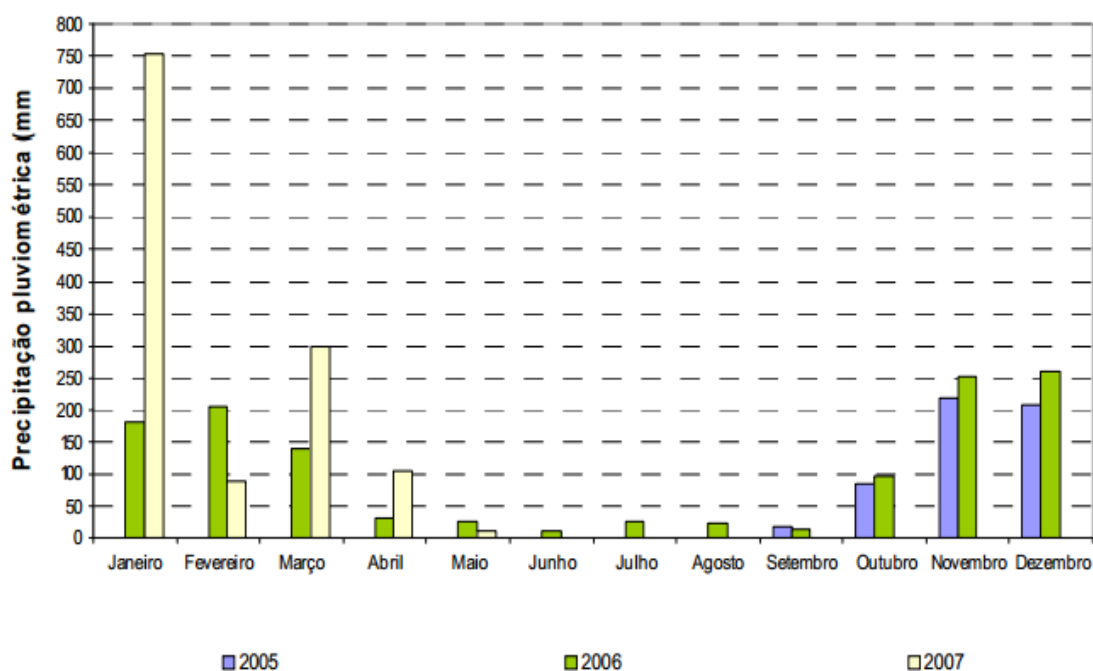
Na área de estudos, a foliação regional tem, em geral, direção NE-SW, coincidente com a direção e o alinhamento de contatos entre as unidades litológicas, dos diques e também na forma e na orientação do córrego do Pito Aceso, que nitidamente é controlado por essas estruturas. Falhas, fraturas e estruturas pré-cambrianas condicionam o curso do córrego do Pito Aceso, em especial no baixo e médio curso.

4.2 Clima

Em razão de a bacia estar localizada próxima às escarpas da Serra do Mar, a área sofre com a influência oceânica sobre o interior do continente, produzindo altos teores de umidade, elevada nebulosidade e pluviosidade (FAPERJ, 1980).

O clima na área de estudo é subtropical úmido, com temperaturas elevadas bem distribuídas durante o ano todo e com pouca ou nenhuma deficiência hídrica. O verão é brando, com temperatura média anual de 18 °C e mínima de 13 °C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios (CRONEMBERGER *et al.*, 2010). A precipitação média anual, segundo dados da estação meteorológica de Bom Jardim, é de 1.536 mm, concentrados no verão (ANA, 2007). No gráfico (Gráfico 1), observam-se as precipitações médias anuais para os anos de 2005 a 2007, apresentadas por Prado *et al.*, (2009), com base nos dados coletados pela estação hidrossedimentológica instalada na bacia.

Gráfico 1 - Precipitação pluviométrica mensal na Bacia do Pito Aceso de 2005 a 2007.



Fonte: Prado *et al.* (2009).

4.3 Solos

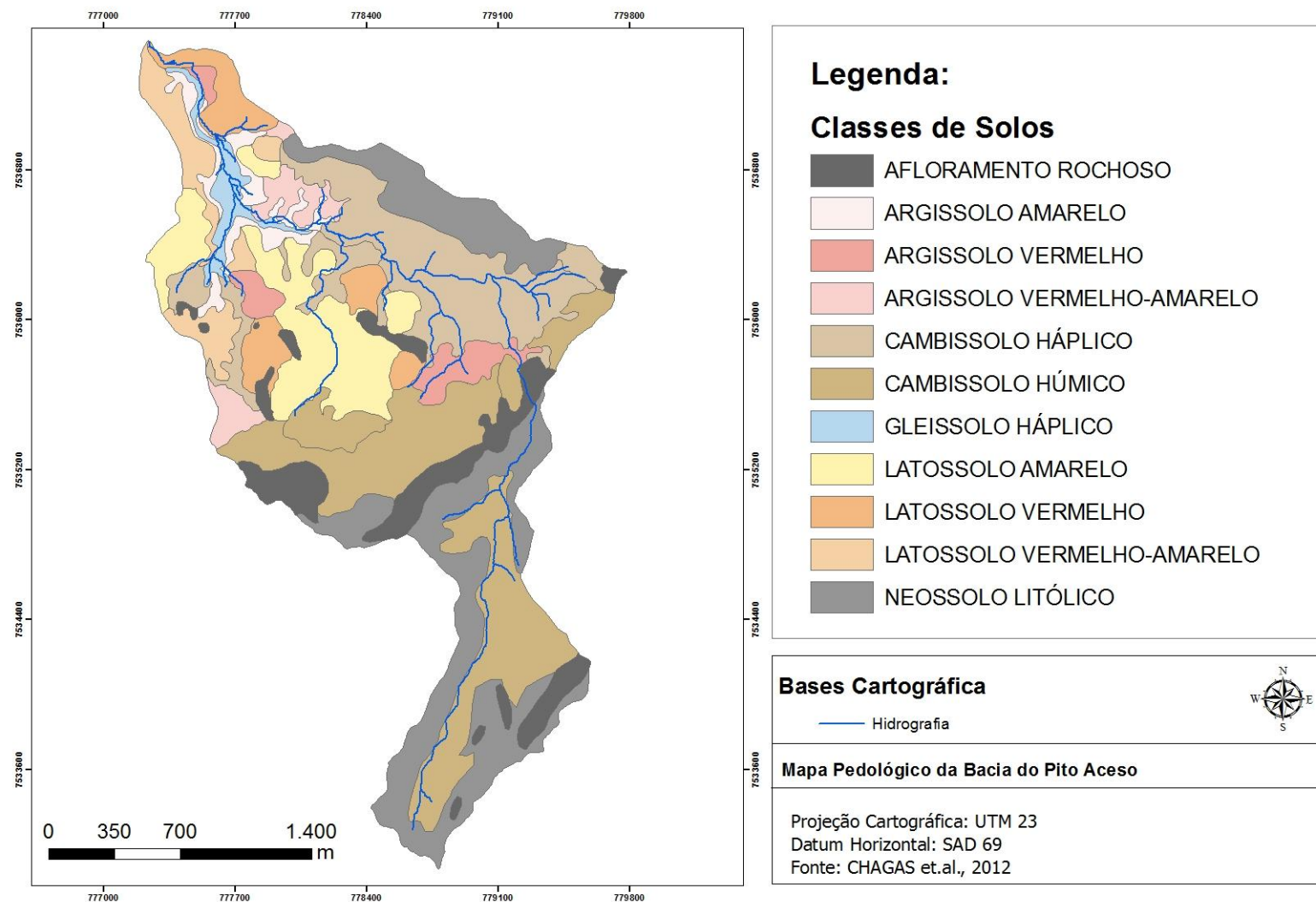
Os processos de formação dos diferentes tipos de solo estão relacionados diretamente com os componentes litológicos, climáticos e geomorfológicos. Como a bacia do Pito Aceso apresenta uma diversidade de formas de relevo e diferenciação de unidades litológicas, é fácil presumir que, em sua composição pedológica, se pode identificar uma variedade de classes de solos.

De acordo com o levantamento realizado pela EMBRAPA SOLOS (CHAGAS *et al.*, 2012), foi possível identificar as seguintes classes de solos, tendo como referência o primeiro e o segundo níveis categóricos do SIBCS (Embrapa, 2006): Afloramento Rochoso, Argissolo Vermelho, Argissolo Amarelo, Latossolo Vermelho, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo Háplico, Cambissolo Húmico, Gleissolo Háplico e Neossolo Litólico (*Mapa 2*).

Caracterizam-se os Cambissolos Húmicos pela presença de um horizonte A superficial húmico, pela cor escura, e ricos em matéria orgânica, associados a climas frios de altitude ou clima subtropical do Sul do Brasil (EMBRAPA, 2006). Ainda de acordo com o levantamento realizado por Chagas *et al.* (2012), esses Cambissolos são distróficos típicos, ou seja, possuem baixa fertilidade e não apresentam característica restritiva no quarto nível de classificação. Na área da bacia, estão localizados nas áreas mais elevadas, geralmente, nas vertentes mais íngremes.

Os Cambissolos Háplicos não apresentam horizonte superficial A Húmico e estão localizados nas áreas das rampas e vales abertos, além disso, ainda foram classificados de acordo com os 3º e 4º níveis categóricos do SIBCS, como Tb Distróficos típicos, ou seja, solos com argila de baixa atividade e de baixa fertilidade e sem característica restritiva no quarto nível (EMBRAPA, 2006).

Os Nossolos Litólicos são solos rasos, isto é, solos com o horizonte A ou O com menos de 40 m de espessura. Por conta disso, eles estão localizados diretamente sobre a rocha e estão associados, normalmente, a relevos mais declivosos. Na área de estudo, estão localizados em áreas de vertentes íngremes e escarpas. Por conta de sua pouca profundidade, da presença de rochas e da elevada declividade, os usos ficam muito restritivos nesse tipo de solo.



Mapa 2– Mapa pedológico da Bacia do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ. Fonte: Chagas et. al., (2013)

Na área da bacia foram encontrados Nossolos Litólicos Húmicos típicos, caracterizados por uma camada rica de matéria orgânica. Estes estão localizados nas áreas de relevo mais elevado e vegetação em estágio avançado de regeneração. Outro tipo encontrado foi o Nossolos Litólico Distrófico típicos, solos com baixa fertilidade (CHAGAS *et al.*, 2012).

Nas áreas da planície fluvial é que se desenvolvem os Gleissolos Háplicos, solos constituídos de material mineral, com horizonte glei logo após o horizonte A. Por serem solos localizados em áreas com acúmulo de água ou em contato com lençol freático, a decomposição da matéria orgânica ocorre de maneira lenta, fazendo com que o solo apresente um aspecto acinzentado, esverdeado ou azulado, abaixo da camada de matéria orgânica (EMBRAPA, 2006). Na área de estudos, esses Gleissolos Háplicos se caracterizam pelo tipo Tb Distrófico neofluvisólicos, com presença de sedimentos aluviais oriundos de várzeas de rios, solos com argila de baixa atividade e de baixa fertilidade.

Os Latossolos são solos bastantes intemperizados, que apresentam horizonte B Latossólico imediatamente abaixo de qualquer horizonte A. Além disso, com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade, fortemente ácidos e baixa saturação de bases (EMBRAPA, 2006).

Na área da bacia, identificam-se os Latossolos Amarelos Distróficos Húmicos, com materiais argilosos ou areno-argiloso sedimentares, por isso, a textura argilosa ou muito argilosa e a cor amarelada uniforme, em profundidade. Além disso, apresentam baixa fertilidade, mas com a camada superficial rica em matéria orgânica (EMBRAPA, 2006).

Outro tipo encontrado na área foi o Latossolo Vermelho Distrófico típico, com uma coloração vermelha bastante acentuada, alto teor de óxidos de ferro, presentes no material originário. Ademais são solos bem drenados, com características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade (EMBRAPA, 2006).

Por fim, há presença de Latossolo Vermelho–Amarelo Distrófico cambissólico, nas áreas de vertentes. Solo bem drenado, muito profundo, com horizontes bem individualizados, devido à distinção de cor, especialmente entre A e B, e pouco desenvolvidos. Ademais, possui fragmentos de rochas e minerais primários pouco alterados ou horizonte incipiente dentro de 200 cm da superfície (EMBRAPA, 2006).

A última classe de solos encontrada na área da bacia do Pito Aceso são os Argissolos, tipo de solo medianamente profundo a profundo, moderadamente drenado, com horizonte B de cores vermelhas a amarelas e textura argilosa, baixos teores de matéria orgânica e argila de atividade baixa e saturação por bases alta. Na área de

estudos, apresentam-se três classes distintas: Argissolo Amarelo Distrófico típico, com matiz mais amarela que 5YR, em maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B e baixa fertilidade. Além disso, localizado nas áreas mais planas da bacia (EMBRAPA, 2006).

Argissolo Vermelho Eutrófico típico é o solo com matiz com 2,5YR, ou mais vermelho nos primeiros 100 cm do horizonte B, com alta fertilidade e presente nas áreas com maior ondulação (EMBRAPA, 2006).

Por último, o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, que apresenta o horizonte de acumulação de argila B textural, com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura de óxidos de ferro, hematita e goethita. O horizonte superficial A apresenta características do tipo moderado e proeminente, com textura média/argilosa e uma alta fertilidade (EMBRAPA, 2006).

Como foi possível identificar, a bacia do Pito Aceso apresenta uma diversidade de classes de tipos de solos, associada a diferentes morfologias e litologias da área, com possível influência nos diferentes usos que a bacia possa ter.

4.4 Geomorfologia

O Estado do Rio de Janeiro possui uma diversidade de paisagens, conseqüentemente, uma diversidade de formas de relevo em sua paisagem. Contudo, no que diz respeito ao contexto geomorfológico, o Estado está inserido em uma única unidade morfoestrutural, o Cinturão Orogênico do Atlântico (CPRM, 2001).

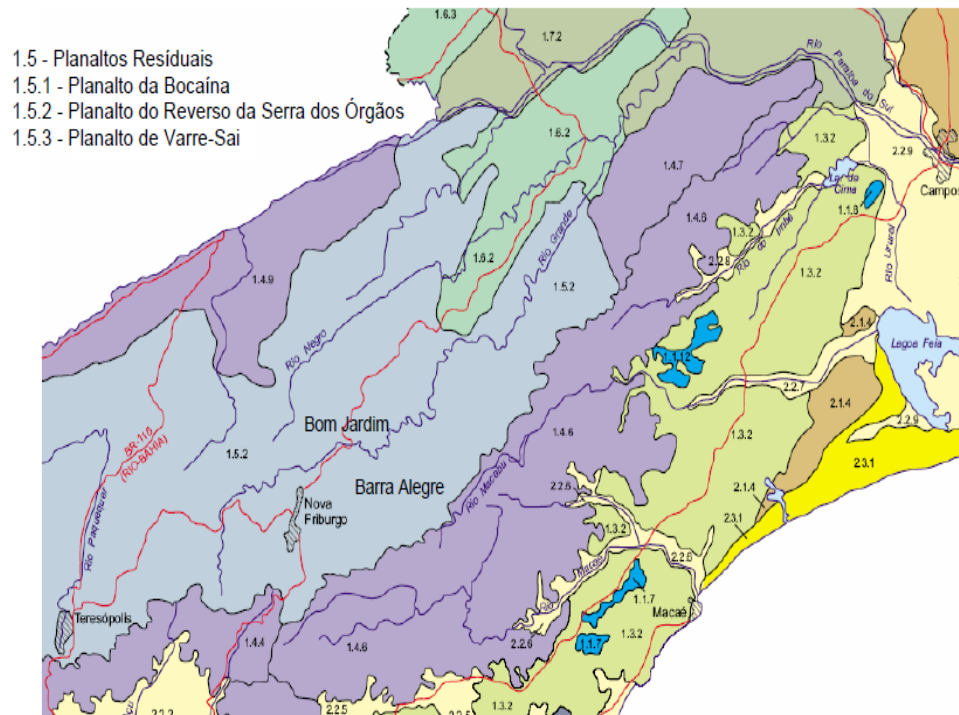
Trata-se de uma importante feição geotectônica que se desenvolve desde o Uruguai até o norte da Bahia, passando pelo Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, leste de Minas Gerais e pelo Espírito Santo (CPRM, 2001).

Sua origem está relacionada a vários ciclos de dobramento acompanhados de metamorfismo regionais, falhamentos e extensas intrusões. As diversas fases orogenéticas do pré-cambriano foram sucedidas por ciclos de erosão, além dos processos epirogenéticos pós-cretáceos que contribuíram para soerguimento da Plataforma Sul Americana e para reativar falhamentos antigos, responsáveis pelo aparecimento das escarpas acentuadas nas Serras do Mar e Mantiqueira e pelas fossas tectônicas como as do Médio Vale Paraíba do Sul (ROSS, 1992).

No caso específico do município de Bom Jardim, onde está centrada a área de estudos, a unidade morfoescultural é a dos Planaltos Residuais (*Figura 7*). Essa unidade morfoescultural é caracterizada por terrenos montanhosos, de amplitude elevada, localizados no reverso das escarpas serranas, superfícies residuais que

resistiram aos processos erosivos e de aplainamento durante o Cenozoico Superior, considerados os terrenos mais elevados do Rio de Janeiro. Vale frisar que, apesar de estar inserido nessa unidade, o município não está nas áreas mais elevadas do Estado (CPRM, 2001).

Figura 7 – Unidades Morfoesculturais da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Modificado, CPRM, (2001, *apud* Mendes, 2006).

A Unidade Morfoescultural dos Planaltos Residuais pode ser subdividida em unidades geomorfológicas. O município de Bom Jardim está inserido na Unidade Geomorfológica do Planalto Reverso da Região Serrana. De acordo com CPRM (2001, p. 33):

Trata-se de uma das mais importantes unidades geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro. Esse extenso planalto situa-se no reverso da Serra do Mar, entre as serras de Miguel Pereira e do Couto, a oeste, e a serra do Desengano, a leste. Prolonga-se, a norte, até a escarpa reversa do planalto da Região Serrana próxima ao gráben do médio- baixo curso do rio Paraíba do Sul. [...] De sul para norte, pode-se individualizar três unidades morfológicas distintas no Planalto Reverso da Região Serrana, ressaltando uma gradativa redução das amplitudes de relevo, em direção ao Vale do Paraíba: uma escarpa

de-açúcar”, abrange uma área significativa desse setor do planalto, apresentando cotas entre 900 a 1.000m, podendo registrar picos com 1.300 m de altitude. Em direção a leste, o setor montanhoso do planalto torna-se menos expressivo, associado a uma profunda dissecação promovida pelo rio Grande no seu médio curso, apresentando cotas entre 700 e 800m e picos ainda bastante elevados. Mais ao norte, a superfície de morros elevados demonstra uma nítida inclinação de oeste para leste, visto que da localidade de Duas Barras para as localidades de Euclidelândia e Macuco as cotas decrescem gradativamente de 800 para 400m. Caracteriza-se por um bloco montanhoso homogêneo de relevo bastante acidentado, com presença de pequenos alinhamentos serranos, paredões rochosos e picos elevados. Apresenta relevo local e regional montanhoso. A região está inserida na bacia do Rio Paraíba do Sul (CPRM, 2001 p.35).

Em relação à bacia do Pito Aceso, foi elaborado um mapeamento geomorfológico de detalhe, que permite mostrar as formas de relevo mais próximas à percepção visual humana, em função de sua escala de generalização e representação. Ademais, esse tipo de mapeamento facilita a representação de características específicas do relevo, como colinas, rampas, escarpas e vertentes.

4.4.1 Compartimentação do relevo

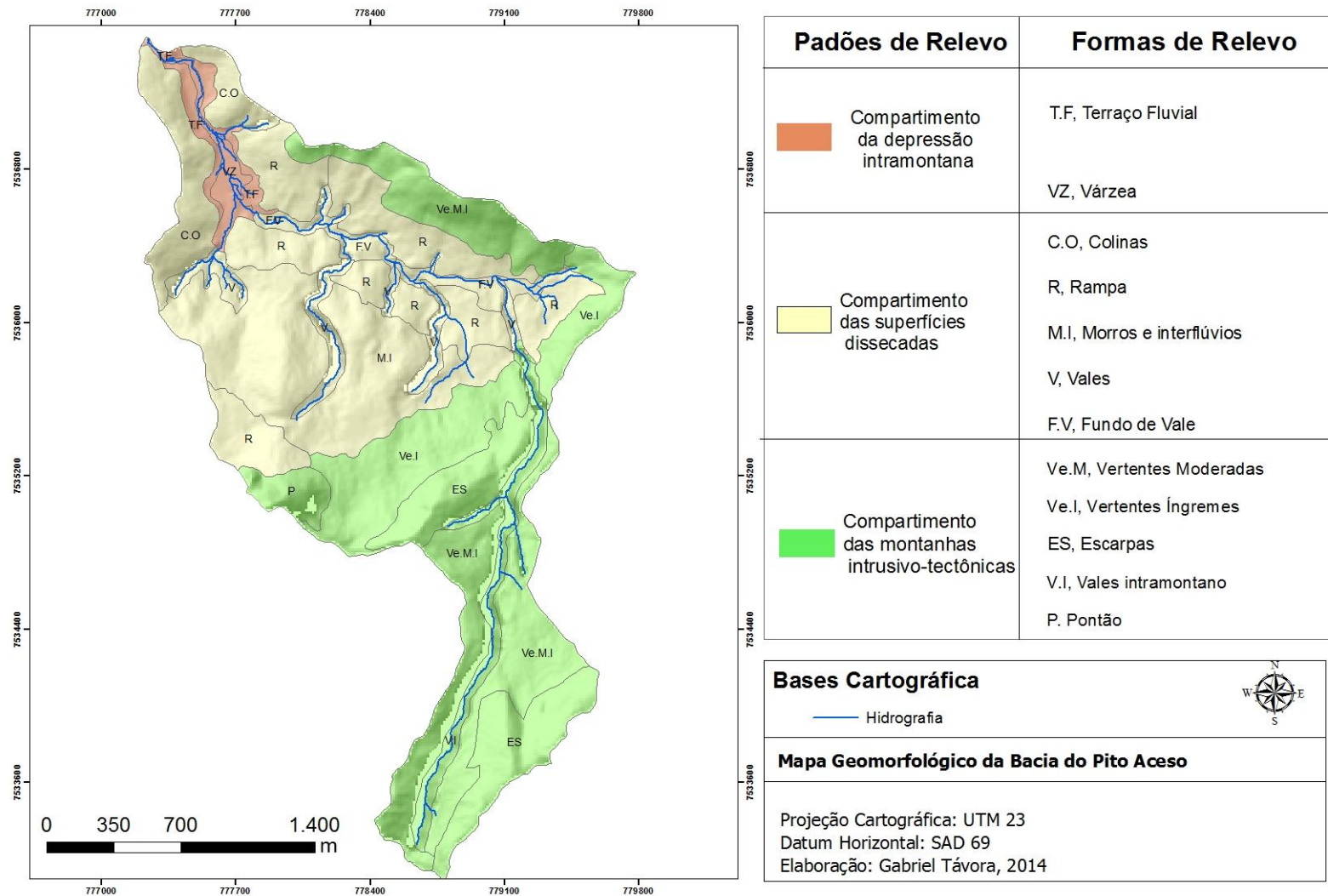
A bacia do Pito Aceso apresenta declividade bastante acentuada, isto é, mais de 50% da área da bacia apresenta declividades acima de 45%. Apenas 6,8% da área estão inseridas em declividades inferiores a 8%, áreas concentradas, predominantemente, na parte norte da bacia. As áreas com declividade entre 8% e 45% representam 38,2% da área total da bacia, principalmente, no médio curso e nas áreas dos interflúvios. Além disso, a bacia apresentou amplitude máxima de 1.000 m, sendo as áreas mais ao sul e a sudoeste com maiores elevações, chegando a atingir 1.650 m, enquanto as menores elevações concentram-se na porção norte da bacia, sendo 650 m a menor delas, localizada próximo à desembocadura do córrego do Pito Aceso junto ao Ribeirão de Santo Antônio.

Por conta dessas características morfométricas da bacia do Pito Aceso, foi possível identificar três padrões de formas semelhantes: a primeira foi o Compartimento da Depressão intermontana, com áreas depressionais e declividade inferior a 8%, amplitude do relevo inferior a 100 m, e localização mais ao norte da bacia. A segunda, o Compartimento Superfície dissecada. Foram consideradas pertencentes a essa unidade as formas de relevo com declividade entre 8% e 45%, amplitude do relevo entre 100 e 300 m. Essa unidade morfológica apresentou a maior

área, concentrando-se ao longo do médio curso da bacia, tendo por característica um conjunto de morros e colinas separados por vales encaixados.

Por fim, a terceira forma é a do Compartimento das Montanhas intrusivo-tectônicas, áreas formadas pelas maiores elevações na área da bacia, chegando à altitude de mais de 1.600 m, em que predominam as formas de relevo com uma amplitude acima de 300 m e declividade superior a 45%, concentradas, principalmente, ao sul da bacia.

A partir dessa compartimentação em unidades morfológicas e da separação das áreas de agradação e de degradação, foi possível delimitar as formas de relevo existentes na bacia (*Mapa 3*).



Mapa 3 – Mapa Geomorfológico da Bacia do Pito Aceso, Bom Jardim – RJ

O Compartimento da Depressão intermontana foi a forma que apresentou menor área em comparação com as outras duas, sendo possível identificar a forma da planície fluvial, localizada já no baixo curso. A amplitude nessa forma de relevo não passa de 50 m, e a declividade, inferior a 8%. Além disso, é a maior forma presente nessa unidade, já que ocupa área de pouco mais de 18 ha (*Gráfico 2*). Essa forma do relevo também se caracteriza por predominarem nela os processos deposicionais.

Gráfico 2 – Área das formas do Relevo



O Compartimento das Superfícies dissecadas foi a forma que apresentou maior área, pouco mais de 248 ha, com maior diversidade de formas do relevo se comparada com as outras unidades. Nesse compartimento, foram identificadas quatro formas de relevo, tendo a forma das colinas e morros apresentado a maior área (212,79 ha), compreendendo uma área de relevo, morros e interflúvios amplos e presença de colinas isoladas, com altitude média de 800 m e altura máxima de 1.000 m.

Além da forma colinas e morros, foi possível identificar, nesse compartimento, os vales encaixados que formam os interflúvios, os quais apresentam formato em V, elevada declividade, com áreas de declividade acima de 20% e amplitudes em torno de 200 a 300 m.

Outra forma possível de isolar nesse compartimento foi a das rampas, presentes entre o fundo de vale aberto e os morros e colinas, áreas de deposição nos dois lados do fundo de vale, assim como na base do Pontão rochoso, área que tem por característica a baixa amplitude do relevo e por tratar-se de área de acumulação. O fundo de vale aberto se caracteriza por sua forma em U, na qual a declividade é superior a 8%, em toda a sua extensão, mas a amplitude não chega a 200 m. Por último, existem as formas das vertentes, localizadas no baixo curso nos dois lados da planície fluvial, áreas em que o processo de degradação é bastante atuante, não possuindo elevada amplitude, com um pouco mais de 100 m e declividade não muito acentuada.

O Compartimento das Montanhas intrusivo-tectônicas é a forma que possui os maiores valores de amplitudes e de declividades. Dessa forma, a identificação das formas do relevo se deu a partir da distinção entre as declividades na própria unidade. Portanto, as formas que apresentaram maior declividade foram identificadas como as montanhas, localizadas mais ao sul do mapa, caracterizando-se por possuir relevo bastante acidentado, com declividade superior a 45% e predominância de processos erosivos.

Outra forma de relevo presente é o do vale intramontano, encaixado em V, por onde passa o córrego do Pito Aceso. O vale está encaixado entre as montanhas presentes no compartimento. O Pontão se difere das outras formas de relevo por tratar-se de testemunho, por conta da sua litologia e, possivelmente, por ter sofrido intemperismo diferenciado. Logo, apresentando forma destacada em relação às formas montanhosas presentes na área da bacia. De modo geral, pode-se perceber que nesse compartimento há predominância de processos erosivos, uma vez que os fatores morfométricos não permitem que haja área para deposição dos sedimentos.

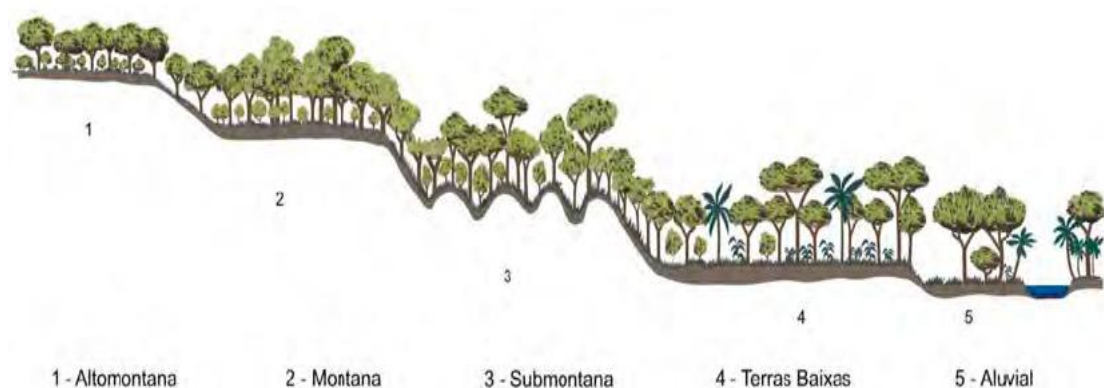
4.5 Caracterização fitogeográfica da Bacia do Pito Aceso

A bacia do Pito Aceso está situada na Serra do Mar, inserida no bioma Mata Atlântica e tem, na floresta ombrófila densa, sua principal representatividade natural. Segundo o IBGE (2012), esse tipo de floresta está situada na vertente oceânica das serranias, ao longo da Cordilheira Atlântica, em áreas próximas ao oceano, e sob influência das massas de ar úmidas que adentram o continente vindo do mar.

A floresta ombrófila densa pode ser dividida em cinco formações (*Figura 9*) distintas, com base em características fitogeográficas, isto é, na hierarquia topográfica que condiciona fisionomias diferentes, de acordo com as variações das faixas

altimétricas, a saber: Formação Aluvial, Formação Terras-Baixas. Formação Sub-Montana, Formação Montana, Formação Altomontana (IBGE, 2012).

Figura 9- Perfil Esquemático da Floresta Ombrófila Densa



Fonte: IBGE (2012 *apud*, VELOSO *et al.*,1991)

A bacia do Pito Aceso está localizada na área serrana, entre as cotas 650 e 1.650 m. Portanto, a formação fitogeográfica existente na área da bacia são as vegetações das formações Montana e Altomontana. Nessa região do país, a floresta ombrófila densa montana tem por característica estar situada entre as cotas 500 a 1.500 m; o dossel uniforme (em torno de 20 m) é representado por espécies com características comuns, com casca grossa e rugosa, folhas miúdas e de consistência coriácea. Além disso, a estrutura da vegetação, geralmente, vai até próximo ao cume dos relevos dissecados e o tamanho fanerófitos, influenciados pelos solos delgados ou litólicos. Já a floresta ombrófila densa altomontana está situada em cotas superiores a 1.500 m, tem por características ser uma formação na qual predominam espécies arbóreas mesofanerofíticas, com, aproximadamente, 20 m de altura, e localizadas no cume das altas montanhas sobre solos Neossolos Litólicos. Tal formação ainda apresenta uma estrutura integrada por fanerófitos, com troncos e galhos finos, folhas miúdas e coriáceas, casca grossa com fissuras e acumulações turfosas nas depressões onde se localiza a floresta (IBGE, 2012).

As espécies vegetais naturais dessa floresta contribuem para a fixação do solo no substrato, protegendo, assim, as encostas contra a movimentação de massa (IVANAUSKAS e ASSIS, 2012). Conforme se pode observar em Andrade *et al.* (2000), tanto a região serrana como o município de Bom Jardim possuem grandes percentuais de florestas em comparação à proporção de suas áreas totais, situação privilegiada devido às condições do relevo, que, pela declividade, dificulta o uso da

terra para fins agrícolas, geralmente, realizados de maneira inadequada.

De acordo com Oliveira *et al.* (1995), a maioria dos remanescentes da Mata Atlântica, no Estado do Rio de Janeiro, são de matas secundárias em diferentes estágios sucessionais e com idade variando entre 25 e 150 anos. Essas áreas foram alteradas por atividades como a agropecuária e a exploração madeireira, diferenciando-se bastante das matas mais conservadas. Tal como o município de Bom Jardim, a bacia do Pito Aceso também possui grande percentual de florestas em relação à proporção de sua área total, dado referendado a partir do que foi exposto em Prado *et al.* (2009). Esses autores mostram que a bacia do Pito Aceso apresenta estágio avançado de preservação, e a maioria dos remanescentes florestais está concentrada nas áreas com maiores declividades.

A bacia do Pito Aceso apresenta, na conformação da paisagem, um mosaico relacionado diretamente com a diversidade de usos. O mapeamento dos usos da terra refletiu essa pluralidade e foi, posteriormente, confirmado com a verificação em campo (*Mapa 4*).

Com base nos resultados obtidos com a classificação, observa-se que, na área estudada, há um predomínio das áreas de cobertura vegetal em estágio avançado 45,32% (*vide Tabela 5*), localizada, principalmente, em áreas de alta declividade e cotas elevadas.

Tabela 5 - Cálculo de áreas para as classes de uso do solo obtidas

Classe	Porcentagem	Área (ha)
Afloramento	3,68	18,40
Culturas Anuais	9,34	46,70
Culturas Perenes	4,37	21,85
Floresta em Estágio Avançado	45,32	226,61
Floresta em Estágio Inicial	11,87	59,35
Pasto Limpo	15,12	75,60
Pasto Sujo	8,10	40,50
Solo Exposto	1,53	7,65
Área Construída	0,67	3,35

As áreas da classe pasto limpo foram as segundas em área, o que representa 15,12% do total da área da bacia, comprovando que, na área na bacia, há uma tendência à introdução de gado em detrimento das práticas de agricultura familiar. Essa afirmação é corroborada, se levada em consideração a área em que as práticas

de produção agrícolas estão inseridas, pois as classes culturas anuais e culturas perenes recobrem 13,71% da área total da bacia do Pito Aceso.

Optou-se pela divisão, nessas duas classes, devido às suas particularidades. A classe culturas perenes representa 4,37% da área da bacia, em que são predominantes os cultivos de café e banana. Já a classe culturas anuais apresentou uma área de 9,34% da bacia, nas quais predominam o cultivo de milho, feijão, arroz, inhame, batata-doce, mandioca e, em menor escala, a olericultura. As culturas anuais, geralmente, são realizadas ao longo das margens do córrego do Pito Aceso, e as culturas perenes praticadas, geralmente, em áreas de maior declividade que as das culturas anuais.

Parte da atividade agrícola na bacia é realizada com base no sistema de pousio, feita a rotação e o consórcio de culturas, com o preparo do solo realizado manualmente. Essas práticas contribuem para evitar problemas de compactação do solo e, conseqüentemente, processos erosivos (PRADO *et al.*, 2009).

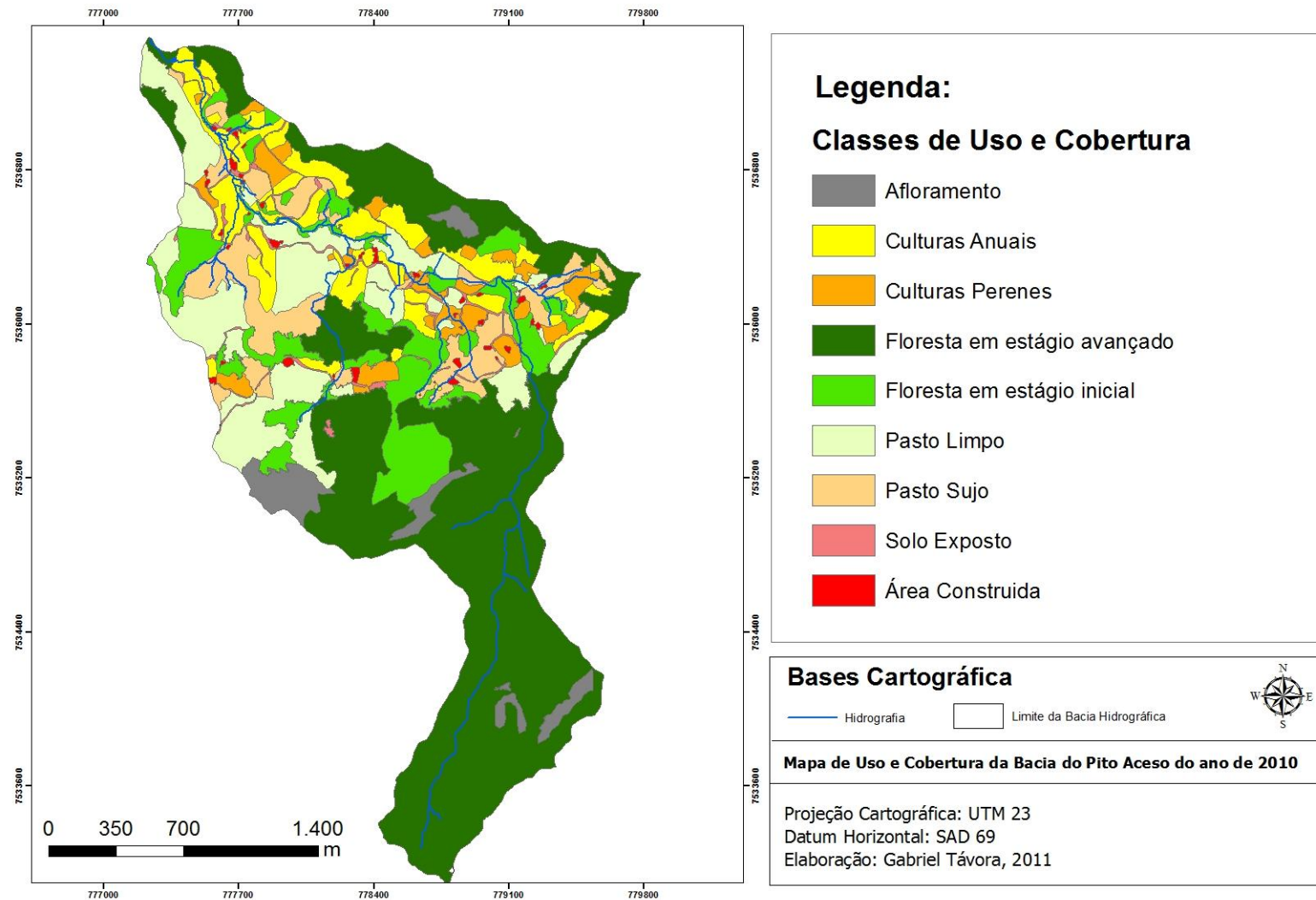
Em razão dessa peculiaridade (sistema de pousio), fica patente que as áreas possivelmente abandonadas para “descanso da terra” correspondam à classe pasto sujo, podendo-se observar que pouco mais de 8% da área da bacia não está sendo utilizada nem para a prática agrícola nem para a prática do pastoreio. Cabe ressaltar que, por conta da legislação ambiental (Lei n.º 11.428/2006), as áreas de pasto sujo não podem ficar muito paradas, uma vez que, se a capoeira chegar a determinado desenvolvimento, o que segundo Mendes (2006) ocorre por volta de uns cinco anos, essas áreas não poderão ser reutilizadas, o que acaba dificultando a recuperação das áreas produtivas.

As áreas de floresta em estágio inicial correspondem, aproximadamente, a mais de 11% do total da área de interesse e, possivelmente, dizem respeito das áreas que há poucos anos eram utilizadas para práticas agrícolas, mas, por motivos de abandono dos usuários, possibilidade de multa ou mesmo por questões de preservação, foram abandonadas e, com a influência de processos de sucessão ecológica, acabaram voltando a ter a fitofisionomia de floresta.

Por tratar-se de uma bacia com alto grau de preservação e pela manutenção de práticas agrícolas pouco incisivas, a área de estudo não apresenta pontos degradados. Portanto, as áreas com solo exposto correspondem aos caminhos existentes na bacia e, em alguns casos, podem corresponder a áreas preparadas para a agricultura.

A bacia do Pito Aceso tem como ocupantes pequenos núcleos familiares voltados para as práticas agrícolas ou para o trabalho com serviços ou nas fábricas da

região. As principais construções existentes na área de estudo são as residências dessas famílias ou os pequenos galpões onde é estocada a produção. Assim, o que se observa é que a área construída não chega a 1% da bacia.



Mapa 4 – Mapa de uso e cobertura da Bacia do Pito Aceso no ano de 2010

CAPÍTULO 5 - CLASSIFICAÇÃO E CARTOGRAFIA DA PAISAGEM DA BACIA DO PITO ACESO

5.1 Resultados do processos de classificação e cartografia da paisagem

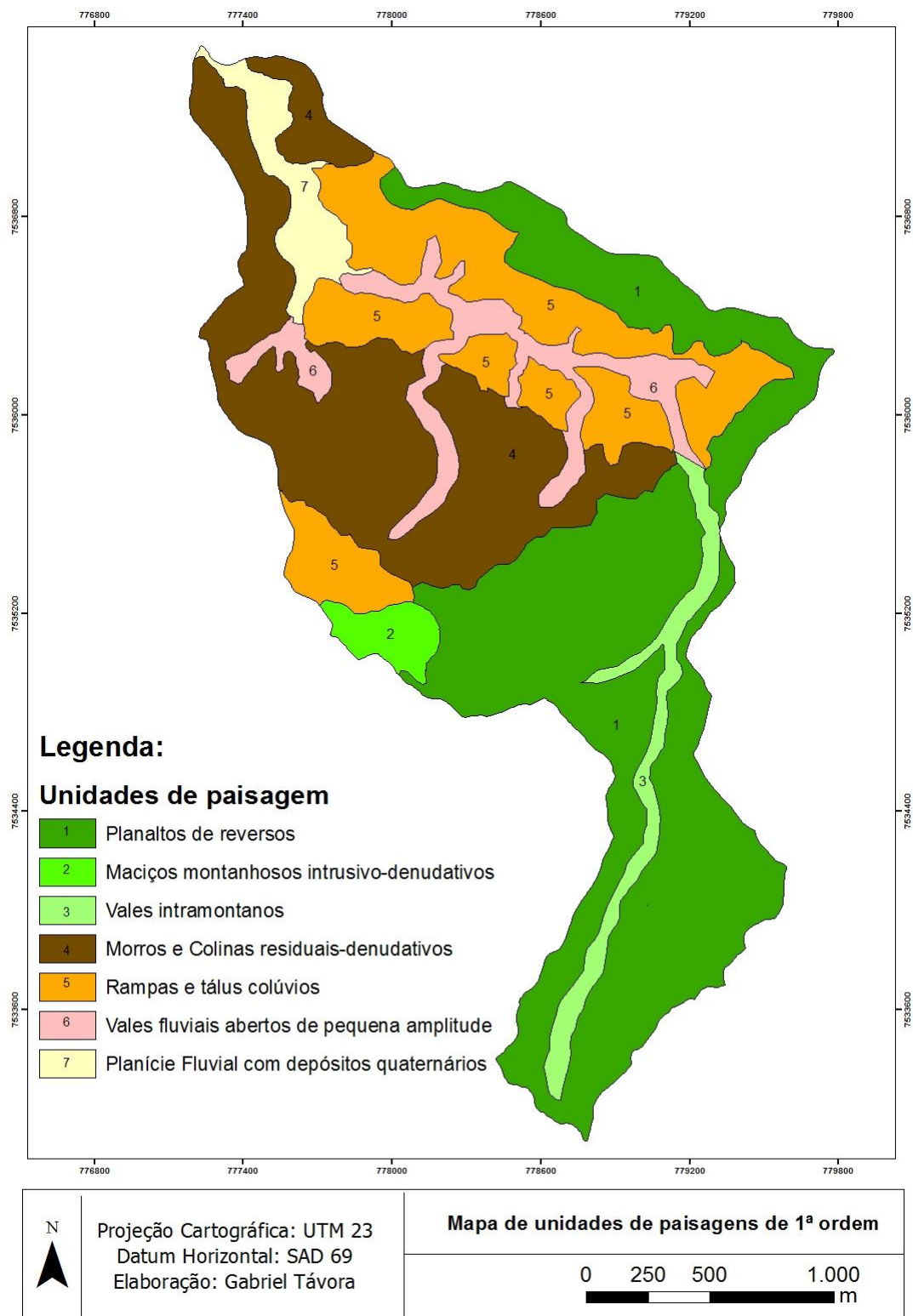
A bacia do Pito Aceso foi classificada em sete unidades de paisagem de 1ª ordem (*Mapa 5 e Tabela 6*). Já a delimitação para unidades de 2ª ordem acabou classificando 12 unidades (*Mapa 6 e Tabela 7*). A correlação entre as informações de tipologia das unidades de 1ª e 2ª ordens geraram um total de 23 unidades de paisagem de 3ª ordem. Cada uma das unidades de paisagem de 3ª ordem contém informações relevantes acerca da sua morfogênese, da biocenose resultante dos processos morfogenéticos. Essa pluralidade é reflexo das tipologias de paisagem existentes na área de estudos, por sua vez, resultado da complexidade existente pela interação dos componentes naturais e dos múltiplos usos deste geossistema (*Mapa 7*).

A delimitação das unidades de 1ª ordem na bacia é resultado da convergência das informações geológicas, geomorfológicas, climáticas e dos processos predominantes. A partir desse registro, foi gerada a legenda para unidades de 1ª ordem, que mostra as correlações entre cada um dos componentes naturais para classificação das paisagens.

As unidades de 2ª ordem da paisagem são as unidades hierarquicamente abaixo das de 1ª ordem, assim a classificação dessas unidades de paisagens consistiu na subdivisão das unidades superiores de paisagem por seus diferentes tipos de relevo, detalhados por informações litológicas e de gênese. O processo de classificação dessas unidades foi resultado da análise dos dados de declividade, forma do terreno, solos e hidrografia

Tabela 6 - Unidade de paisagem de 1ª ordem

Unidades de 1ª ordem	Número da Legenda	Área (ha)	Porcentagem
Planaltos de reversos estruturo-denudativo, formado por rochas cristalinas pré-cambrianas	1	203,87	40,77
Maciços montanhosos intrusivo-denudativos, com formato domo, sobre rochas plutônicas pós-cambrianas	2	9,40	1,88
Vales intramontanos de rochas cristalinas pré-cambrianas	3	20,02	4,00
Morros e Colinas residuais - denudativo, formado por rochas metamórficas ou graníticas proterozóicas	4	122,76	24,55
Rampas e tálus colúvios	5	90,03	18,00
Vales fluviais abertos, de pequena amplitude de relevo, sobre rochas cristalinas pré-cambrianas.	6	35,91	7,18
Planície Fluvial com depósitos quaternários	7	18,07	3,61



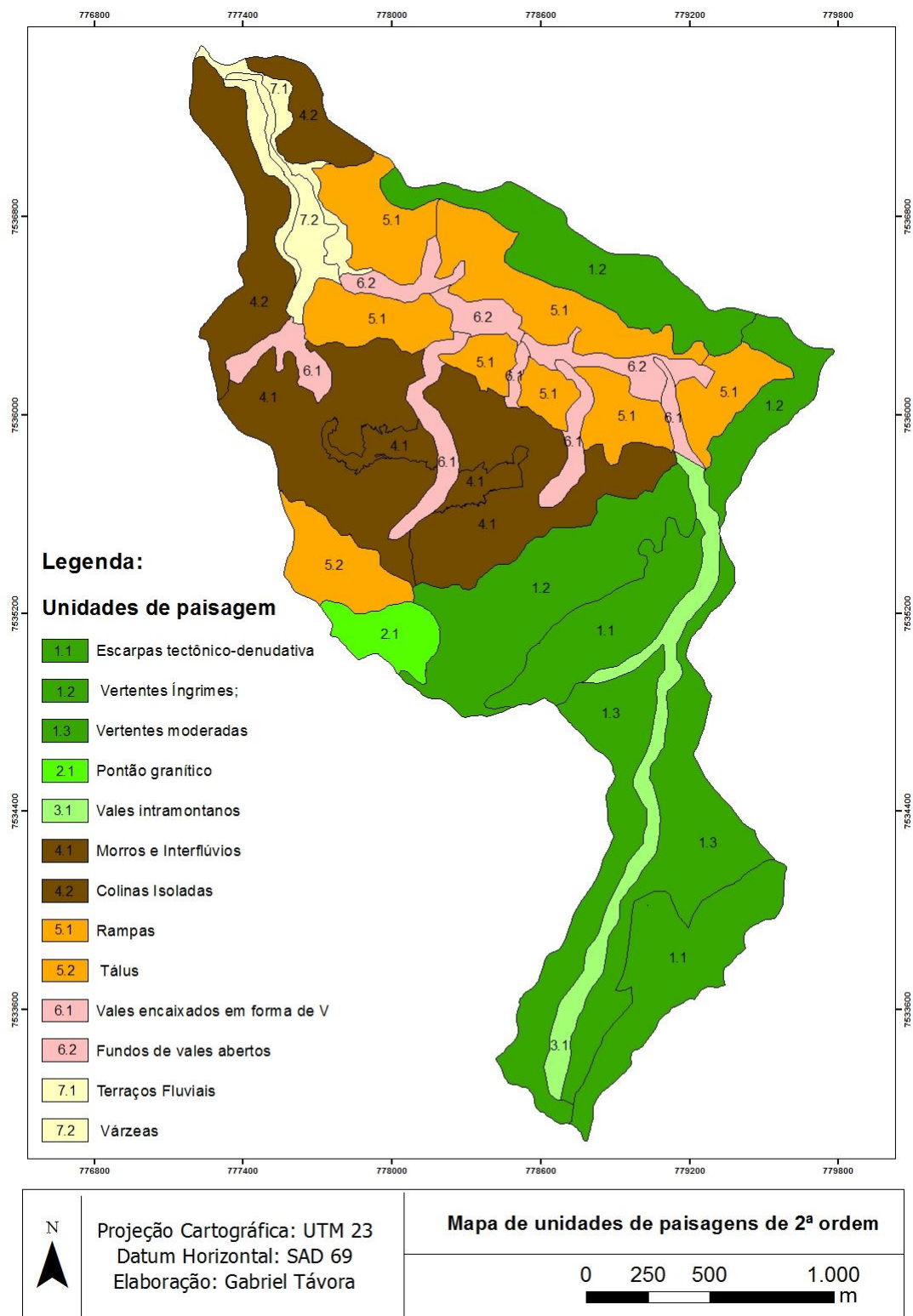
Mapa 5- Unidades de paisagens de 1ª ordem

Matriz para unidades de 1ª ordem

Aspectos Hidro- Climáticos		Aspectos Geológicos – Geomorfológicos						
		Tipos de Relevo						
Clima	Processos Predominantes	Depressão intramontana	Superfície dissecada			Montanhas intrusivo-tectônicas		
		Planície Fluvial	Rampas e Tálus	Morros e Colinas	Vales Encaixados	Vales Intramontanos	Planalto reverso	Maciços Montanhosos
		Sedimentos quaternários	Depósitos Colúvio- Alúvio	Embasamento Cristalino		Embasamento Cristalino		
Sub - Tropical Úmido	Processos Erosivos					3	1	2
	Processos Erosivos + Sedimentação Alúvio - Colúvio			5	4	6		
	Hidromorfismo + Sedimentação Fluvial	7						

Tabela 7 – Área de todas as unidades de 2ª ordem e a relação entre a área da unidade e a área da bacia

Unidades 2ª ordem	Área (ha)	Relação unidade/Bacia	Número da Legenda
Escarpas tectônico-denudativa em alinhamento de falha	51,33	10,26	1.1
Vertentes íngremes	86,53	17,30	1.2
Vertentes moderadas	66,02	13,20	1.3
Pontão Granítico (granito Barra Alegre), formato de pão de açúcar arredondado, abrupto.	9,40	1,88	2.1
Vales intramontanos encaixados, de relevos declivosos em forma de "V"	20,02	4,00	3.1
Morros e Interflúvios com vertentes convexas	90,00	18,00	4.1
Colinas isoladas suavemente onduladas com vertentes côncavo-convexos e topos aplainados	32,76	6,55	4.2
Rampa	75,60	15,36	5.1
Tálus	14,40	2,64	5.2
Vales encaixados em forma de V com relevo declivoso e baixa amplitude	20,43	4,09	6.1
Fundos de vales abertos, com baixa declividade	15,47	3,09	6.2
Terraços fluviais sub-horizontal com depósito sedimentar	10,05	2,01	7.1
Várzeas horizontais com depósito sedimentar	8,02	1,60	7.2



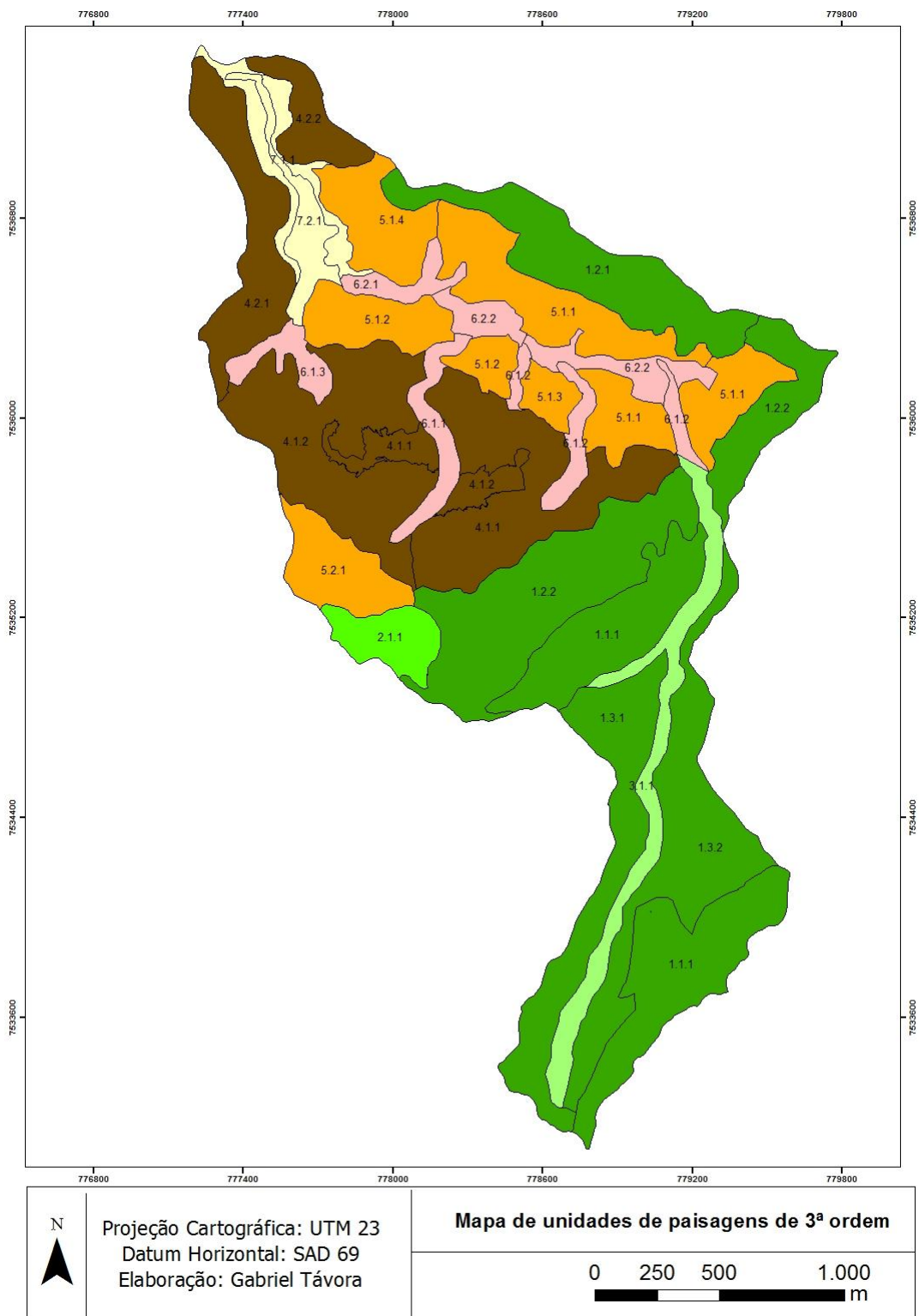
Mapa 6 - Unidades de Paisagens de 2ª ordem

Matriz: Unidades de paisagem de 2ª ordem e sua relação hierárquica com as unidades de 1ª ordem

Unidades 1ª ordem	Unidades 2ª ordem												
	V	T.F	F.V	V.E	T	R	C	M.I	V.I	P	V.M	V.IN	E
1											1.3	1.2	1.1
2										2.1			
3									3.1				
4							4.2	4.1					
5					5.2	5.1							
6			6.2	6.1									
7	7.2	7.1											

Legenda :V= Várzea; T.F = Terraço Fluval; F.V.= Fundo de Vale R= Rampa; V.E = Vales Encaixados; C= Colinas Isoladas; M.e I = Morros e interflúvios; V.I. = Vales intramontanos; P = Pontão Granítico; V.M= Vertentes Moderadas; ; V.in= Vertentes Íngremes; Es= Escarpas.

A delimitação das unidades de 3ª ordem da paisagem foi gerada a partir da integração das informações das unidades de 1ª e 2ª ordem, conjuntamente às informações de uso e cobertura e solos (PRIEGO *et al.*, 2008; RODRIGUEZ *et al.*, 2007). Cabe ressaltar que a caracterização do uso e cobertura e das classes de solos não foram feitas pela sobreposição dos mapas, mas pela interpretação destes com o mapa das unidades inferiores, visando entender as relações presentes em cada unidade de paisagem.



Mapa 7 - Unidades de Paisagens

Legenda hierárquica das paisagens

1 - Planaltos de reversos estruturo-denudativos, formado por rochas cristalinas pré-cambrianas

- 1.1 Escarpas tectônico-denudativa em alinhamento de falha
 - 1.1.1 Com afloramentos rochosos ou neossolos litólicos e vegetações montana e altomontana
- 1.2 Vertentes Íngrimes
 - 1.2.1 Com Neossolo litólico ou afloramentos rochosos e vegetações montana e altomontana
 - 1.2.2 Com Cambissolo háplicos e vegetações montana e altomontana
- 1.3 Vertentes moderadas
 - 1.3.1 Com neossolo litólico ou afloramento rochoso e vegetações montana e altomontana
 - 1.3.2 Com Cambissolo háplicos e vegetações montana e altomontana

2 -Maciços montanhosos intrusivo-denudativos, com formato de domo, sobre rochas plutônicas pós-cambrianas

- 2.1 Pontão granítico (granito Barra Alegre), formato de pão de açúcar arredondado, abrupto
 - 2.1.1 Sem solos, com vegetação esparsa de comunidades petrófilas

3-Vales intramontanos de rochas cristalinas pré-cambrianas

- 3.1 Encaixados, de relevos declivoso em forma de "V"
 - 3.1.1 Com Cambissolo háplicos e vegetações montana e altomontana

4-Morros e Colinas residuais-denudativos, formado por rochas metamórficas ou graníticas proterozóicas

- 4.1 Morros e Interflúvios com vertentes convexas
 - 4.1.1 Com predominância de Latossolo, mas com presença de Cambissolo e vegetação montana
 - 4.1.2 Com predominância de Latossolo, mas com presença de Cambissolo e pastagens
- 4.2 Colinas Isoladas suavemente ondulada com vertentes côncavas-convexas e topos aplainados
 - 4.2.1 Com Latossolo e coberto por pastagem
 - 4.2.2 Com vegetação montana

5-Rampas e talus e colúvios

- 5.1 Rampas
 - 5.1.1 Com Cambissolo húmico e coberto por cultivos agrícolas
 - 5.1.2 Com Latossolo e coberto por pastagem
 - 5.1.3 Com Latossolo e coberto por cultivos agrícolas
 - 5.1.4 Com Argissolo e coberto por cultivos agrícolas
- 5.2 Talus
 - 5.2.1 Com Cambissolo húmico coberto por pastagem

6-Vales fluviais abertos,de pequena amplitude de relevo,sobre rochas cristalinas pré-cambrianas

- 6.1 Vales encaixados em forma de V com relevo declivoso e baixa amplitude, com Latossolo e vegetação montana
 - 6.1.1 Com Latossolo e vegetação montana
 - 6.1.2 Com predominância de Cambissolo húmico e coberto por vegetação montana e pastagem
 - 6.1.3 Com predominância de Cambissolo húmico e coberto por pastagem
- 6.2 Fundos de vales abertos, com baixa declividade
 - 6.2.1 Com Argissolo e coberto por vegetação montana e pastagem
 - 6.2.2 Com Cambissolo húmico e coberto por pastagem e cultivos agrícolas

7-Planície Fluvial com depósitos quaternários

- 7.1 Terraços Fluviais sub-horizontal com depósito sedimentar
 - 7.1.1 Com Argissolo e cobertura de cultivos agrícolas
- 7.2 Várzeas horizontal com depósito sedimentar
 - 7.2.1 Com Gleissolo e cobertura de cultivos agrícolas

5.2 Descrição hierárquica da paisagem

A bacia do Pito Aceso apresenta uma estrutura geomorfológica e geológica bem demarcada, podendo ser dissecada em três compartimentos. O primeiro é o das **montanhas intrusivo-tectônicas com clima subtropical úmido**, que corresponde aos terrenos mais elevados, com altitudes que variam de 800 a 1.600 m, formados por rochas intrusivas e processos tectônicos que contribuíram para as formas das vertentes e escarpas.

Além disso, esse compartimento é formado por degrau estrutural que separa uma superfície elevada formada pela área montanhosa de uma área formada por superfícies mais dissecadas que, por contínuos trabalhos erosivos, deram origem a um conjunto de pequenas colinas e morros com interflúvios, compartimento da **superfície dissecada com clima subtropical úmido**.

Por último, há uma área mais a jusante, que corresponde à **depressão intramontana subtropical úmido**, formada por uma depressão entulhada por sedimentos aluviais. Nas bordas da bacia, o que se pode observar é que esta é delimitada por divisores de duas cristas expostas por erosão diferencial, que deram origem a formas de relevo bem entalhadas, contribuindo para a formação de vertentes bem íngremes e/ou escarpadas.

No compartimento das **montanhas intrusivo-tectônicas com clima subtropical úmido** foram classificadas e cartografadas em três unidades de paisagem de 1ª ordem: **planaltos de reversos estruturo-denudativos, formados por rochas cristalinas pré-cambrianas (1); maciços montanhosos intrusivo-denudativos, com formato domo, sobre rochas plutônicas pós-cambrianas (2); vales intramontanos de rochas cristalinas pré-cambrianas (3)**.

A unidade dos **planaltos de reversos estruturo-denudativos, formados por rochas cristalinas pré-cambrianas (1)**, foi a que apresentou a maior área de abrangência, representando 40,77% da área total da bacia. Essa unidade tem como principal característica áreas com o relevo montanhoso, logo, na área da bacia onde estão localizadas as áreas com maiores altitudes, como também é a unidade que apresentou declividade elevada, geralmente, acima dos 20%, sendo que nas áreas mais escarpadas a declividade é superior a 75%. Ademais, está situada majoritariamente na unidade geológica São Fidélis, tendo somente a pequena área situada no Complexo Trajano de Moraes. Por tratar-se de unidades geológicas cuja predominância é de rochas magmáticas, não houve uma diferenciação específica dentro da unidade.

Essa unidade de 1ª ordem pode ser subdividida em três unidades de segunda ordem: **escarpas tectônico-denudativas em alinhamento de falha (1.1)**, **vertentes íngremes (1.2)** e **vertentes moderadas (1.3)**. Tais unidades – de segunda ordem – foram divididas conforme padrões de declividade do relevo, uma vez que diferentes padrões de declividade são vetores para o processo de lixiviação e formação do solo, assim como para a composição biótica.

Com base nas informações das unidades de 1ª e 2ª ordens é que foram classificadas e cartografadas as unidades de 3ª ordem. Quanto às **escarpas tectônico-denudativas em alinhamento de falha (1.1)**, estas foram reclassificadas como: **escarpas tectônico-denudativa em alinhamento de falha com afloramentos rochosos ou neossolos litólicos e vegetações montana e altomontana (1.1.1)** (*figura 10*).

Figura 10 – Fotograma ilustrativo das unidades de paisagem I: Escarpas tectônico-denudativa em alinhamento de falha (1.1.1); Vertentes íngremes com neossolo litólico ou afloramentos rochosos e vegetações montana e altomontana (1.2.1); vertentes íngremes com cambissolo háplico e vegetações montana e altomontana (1.2.2); Morros e interflúvios com predominância de latossolos, mas com presença de cambissolos háplicos nas áreas mais elevadas e declivosas e vegetação montana (4.1.1); rampas com argissolo cobertos por cultivos agrícolas (5.1.4).



Essa unidade de paisagem (1.1.1) ocupa uma área de 51,32 ha na bacia e é formada por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente, gnaiss, seguidos por quartzito. Apresenta a forma de relevo bastante acidentado, com montanhas com vertentes escarpadas e cristas dissecadas e alinhadas e, como principais características morfométricas, a declividade acima de 75% e amplitude entre 200 e 300 m. É coberta por uma vegetação montana e altomontana, uma vez que são áreas localizadas acima da cota 800 m e pode chegar até 1.650 m. Além disso, ocorre a presença de neossolos litólicos, com associação de afloramentos de rochas, provavelmente resultantes da interação entre as variáveis morfométricas e climáticas.

As unidades de 2ª ordem – **vertentes íngremes (1.2) e vertentes moderadas (1.3)** – foram diferenciadas a partir do grau de declividade das encostas. As primeiras **(1.2)** estão associadas às formas de relevo bastante onduladas e com declividade entre 45% e 75%, enquanto as segundas apresentam declividade entre 20% e 45%. Ambas unidades possuem amplitude do relevo com variação entre 200 e 300 m, e possuem os topos mais aplainados e alinhados.

Ambas unidades são formadas por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente gnaiss, seguidas por quartzito, pois são inseridas na unidade geológica São Fidélis, com cobertura a vegetação montana e altomontana. No entanto, essas unidades apresentaram duas classes de solos bastante representativas, os cambissolos e os neossolos litólicos, característica responsável para subdivisão das unidades de 3ª ordem, uma vez que a dinâmica pedológica é determinada pelo tipo de solo presente na unidade.

As unidades de 2ª ordem – **vertentes íngremes (1.2) e vertentes moderadas (1.3)** – foram subdivididas, cada uma em duas unidades de 3ª ordem: **vertentes íngremes com neossolo litólico ou afloramentos rochosos e vegetações montana e altomontana (1.2.1); vertentes íngremes com cambissolo háplico e vegetações montana e altomontana (1.2.2); vertentes moderadas com neossolo litólico ou afloramento rochoso e vegetação altomontana (1.3.1); vertentes moderadas com cambissolo háplico e vegetação altomontana (1.3.2).**

A unidade de 1ª ordem – **maciços montanhosos intrusivo-denudativos, com formato domo, sobre rochas plutônicas pós-cambrianas (2)** – foi a que apresentou menor porcentagem em relação à área da total, somente 1,88%, apesar de inserida na unidade geológica São Fidelis e apresentar, de certo modo, as mesmas características de altimetria e declividade que a unidade **vales intramontanos de rochas cristalinas**

pré-cambrianas (3). Essa unidade foi classificada assim, porque se trata de um pontão rochoso que sofreu intemperismo diferenciado, que, por sua vez, resulta na gênese intrusivo-denudativa em relação às montanhas da área de estudo. Tal característica se deve, provavelmente, pela litologia que, segundo Mendes *et al.* (2007), apontou esse pontão como formado pelo granito Barra Alegre, que é rico em quartzo e, portanto, mais resistente se comparado às outras rochas presentes na área de estudo.

A unidade de 1ª ordem dos **maciços montanhosos intrusivo-denudativos, com formato domo, sobre rochas plutônicas pós-cambrianas (2)** foi reclassificada na unidade hierarquicamente inferior como **pontão granítico (granito Barra Alegre), formato de pão-de-açúcar arredondado, abrupto (2.1)**. Tal classificação levou em consideração, exclusivamente, o pontão granítico existente na bacia, enquanto a classificação de 1ª ordem considerou o agrupamento em que o pontão está inserido, mesmo não havendo outras unidades inferiores presentes na área da bacia.

Com base nas características tipológicas, a unidade de segunda ordem – **pontão granítico (granito Barra Alegre), formato de pão-de-açúcar arredondado, abrupto (2.1)** – foi reclassificada como unidade de 3ª ordem **pontão granítico sem solos, com vegetação rupícola esparsa (2.1.1)**. Esta unidade é formada pelo granito Barra Alegre.

Tratando-se de um pontão rochoso com o formato de pão-de-açúcar, possui as vertentes íngremes, ligeiramente convexas e sem solos. Além disso, por não possuir solos, essa unidade acaba dificultando o desenvolvimento de maior diversidade de espécies vegetais, só permitindo a fixação de espécies adaptadas às suas características, como é o caso das espécies rupícolas.

A unidade de 1ª ordem dos **vales intramontanos de rochas cristalinas pré-cambrianas (3)** é formada por vales entalhados nas áreas mais a montante da bacia, com rochas cristalinas de origem pré-cambrianas, vales com alto gradiente de declividade, o que faz com que os processos erosivos sejam muito mais atuantes. Essa unidade ocupa uma área de 4% da área total da bacia. A unidade hierarquicamente inferior foi classificada em conformidade com as características da calha do canal do rio, tendo recebido, esta unidade, a denominação de **vales encaixados de relevos declivosos em forma de "V" (3.1)**.

Como unidade de 2ª ordem foi reclassificada na unidade de 3ª, com base nas suas características tipológicas, resultando na classificação e na cartografia da unidade **vales encaixados, de relevos declivosos em forma de "V" com cambissolo háplico e vegetações montana e altomontana (3.1.1)**. Como o próprio

nome sugere, esta unidade é formada pelo vale encaixado em “V”. Formada por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente, gnaisses, seguidas de quartzito, pois inseridas na unidade geologia São Fidélis. A drenagem nessa área corta as áreas das falhas. Além disso, a declividade das vertentes no canal é bastante acentuada, com a cobertura formada por uma vegetação montana sobre cambissolo.

O compartimento da **superfície dissecada com clima tropical úmido** deu origem a três unidades de 1ª ordem: **morros e colinas residuais – denudativas, formados por rochas metamórficas ou graníticas proterozoicos (4); rampas e talus colúvios (5); vales fluviais abertos, de pequena amplitude de relevo, sobre rochas cristalinas pré-cambrianas (6)**. Tais unidades foram subdivididas em seis unidades de 2ª ordem, que, por sua vez, deram origem a 14 unidades de 3ª ordem.

A unidade **morros e colinas residuais – denudativas, formados por rochas metamórficas ou graníticas proterozoicos (4)** possui área de mais de 24% em relação ao total e apresenta litologia relacionada à unidade São Fidelis, portanto, formada por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente, gnaisses ou granitos proterozoicos. Além disso, a unidade se caracteriza por colinas e morros com relevo ondulado, além de estar localizada ao longo do baixo e médio cursos da bacia.

Essa unidade foi subdividida em duas unidades hierarquicamente inferiores, os **morros e interflúvios com vertentes convexas (4.1)** e as **colinas isoladas suavemente onduladas com vertentes côncavas-convexas e topos aplainados (4.2)**. São unidades de 2ª ordem ao longo do médio curso do rio, com relevo ondulado variando entre 8% e 20% de declividade, constituindo-se em áreas nas quais os processos, tanto de agradiação como denudação, estão bastante presentes. As colinas se diferem dos morros e interflúvios por se situarem em áreas mais a jusante da bacia e por não estarem entre vales.

Por conta das tipologias da paisagem, cada uma dessas unidades de 2ª ordem acabou sendo subdividida em duas unidades de 3ª ordem. Dessa forma, a unidade dos morros e Interflúvios (4.1) foi subdividida nas unidades: **Morros e interflúvios com predominância de latossolos, mas com presença de cambissolos háplicos nas áreas mais elevadas e declivosas e vegetação montana (4.1.1); morros e interflúvios com predominância de latossolos, mas com presença de cambissolos háplicos nas áreas mais elevadas e declivosas e predomínio de pastagens (4.1.2)**. Já as das colinas isoladas (4.2) foram subdivididas em: **colinas isoladas com latossolos e predomínio de pastagem (4.2.1); colinas isoladas com latossolos e predomínio de vegetação montana (4.2.2)**. O principal fator de tipificação das unidades de 3ª ordem foi o uso da terra.

De modo geral, as quatro unidades têm como principais características a formação por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente gnaiss, seguido por quartzito e anfibolito. Além disso, ocorre o predomínio de latossolos em todas as unidades. Entretanto, nas áreas dos morros, vale frisar que essas unidades ocupam grande área da bacia, com um total de 122,67 hectares. Quanto à forma, apresentam um relevo ondulado com declividades inferiores a 20% e amplitude abaixo dos 200 m.

A unidade de 1ª ordem – **rampas e talus colúvios (5)** – caracteriza-se por encostas de fundo de vale ou sopé de montanhas suavemente onduladas, variando entre 8% e 20% de declividade, associados a áreas de deposição de colúvio e/ou talus. Já no segundo nível hierárquico, essa unidade foi subdividida em duas unidades: **rampas (5.1)** e o **talus (5.2)**. As unidades rampas corresponde a encostas de fundo de vale, nas quais os processos de deposição alúvio-colúvio são mais atuantes, enquanto que o talus é uma unidade que se situa no sopé do pontão granítico onde ocorrem processos de deposição de fragmentos rochosos grandes e angulosos originados da fragmentação de rochas situadas em zonas escarpadas com fortes declives.

A unidade rampas foi subdividida em quatro unidades de 3ª ordem, subdivisão processada, principalmente, por conta dos diversos tipos de solo e pelo uso e cobertura: **rampas com cambissolo húmico coberto por cultivos agrícolas (5.1.1)**; **rampas com latossolo cobertos por pastagens (5.1.2)**; **rampas com latossolo cobertos por cultivos (5.1.3)**; **rampas com argissolo cobertos por cultivos agrícolas (5.1.4)**.

Essas unidades são formadas por sedimentos transportados inconsolidados, de granulometria variada, provavelmente, de idade quaternária. Além disso, apresentam, como principais classes de solos, os latossolos, cambissolos e argissolos. Os cambissolos estão associados a áreas agrícolas mais próximas ao fundo de vale, ao passo que os latossolos estão mais próximos das unidades de morros e interflúvios, e o argissolo, próximo à área da planície fluvial. Essas quatro unidades de 3ª ordem correspondem a 15,37% da área da bacia.

A unidade **talus (5.2)** foi reclassificada na unidade de 3ª ordem, conforme suas tipologias. Sendo assim, no 3ª nível hierárquico, a unidade ficou sendo **talus com cambissolo húmico coberto por pastagens (5.2.1)** (*figura 11*). Esta unidade individualiza o depósito de talus no sopé do pontão granítico, sobre cambissolo húmico e predomínio de pastagens, e corresponde a 14,40 ha da área da bacia.

A unidade de 1ª ordem **vales fluviais abertos, de pequena amplitude de relevo, sobre rochas cristalinas pré-cambrianas (6)** é formada por vales fluviais ao

longo do médio curso do rio, onde se registra ocorrência de processos erosivos e de sedimentação aluvial–coluvial, visto que se trata de áreas mais baixas e de declividade menor, logo os processos erosivos não são tão intensos.

No nível hierárquico inferior, essa unidade é subdividida em duas de segunda ordem: **vales encaixados em forma de V, com relevo declivoso e baixa amplitude, sobre latossolo e com vegetação montana (6.1); fundos de vales abertos, com baixa declividade (6.2).**

Os vales e fundo de vales juntos representam pouco mais de 7% da área da bacia. Foram separadas essas unidades, com base nos parâmetros de declividade e na interpretação dos processos que ocorrem em cada uma das unidades inferiores, uma vez que os processos erosivos são muito mais intensos ao longo dos vales, enquanto, nos fundos de vales, há ocorrência tanto de processos de desnudação como de agradação.

A unidade vales encaixados em forma de V, no terceiro nível hierárquico, foi subdividida em três unidades de 3ª ordem: **vale encaixado em forma de V, com latossolos e vegetação montana (6.1.1); vale encaixado em forma de V, com predominância de cambissolo húmico e vegetação montana e pastagem (6.1.2); e vale encaixado em forma de V, com predominância de cambissolo húmico e pastagem (6.1.3).**

Já a unidade **fundos de vales abertos (6.2)**, no terceiro nível hierárquico, foi subdividida em duas unidades: **fundos de vales abertos com argissolo cobertos por vegetação montana e pastagem (6.2.1)** e **fundos de vales abertos com cambissolo húmico e com agricultura e pastagem (6.2.2).**

Essas cinco unidades de 3ª ordem são formadas por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente, gnaisses, seguidas por quartzito e anfibolito. Os fundos de vale e vales se diferenciam, a princípio, em razão dos processos morfológicos predominantes, já que, nos vales, os processos de desnudação são mais intensos do que no fundo. Além disso, a declividade também é um diferenciador entre os vales e o fundo: nos vales a declividade das margens é superior em relação ao fundo, que por sua vez, vai interferir na intensidade dos processos morfológicos.

Outra questão que contribui para pluralidade de unidades são as classes de solos existentes, por exemplo, os fundos de vale apresentam duas classes de solos (cambissolos e argissolos), junto dos diferentes usos, o que faz com que ocorra essa subdivisão. No caso dos vales, os solos encontrados são cambissolos e os latossolos.

O compartimento **depressão intramontana subtropical úmida** deu origem a uma unidade de 1ª ordem– **planície fluvial com depósitos quaternários (7)**, unidade

situada na parte mais a jusante da bacia. Desta forma, os processos de deposição são muito mais intensos que os de agradiação. Tem como forma do relevo uma área plana levemente ondulada.

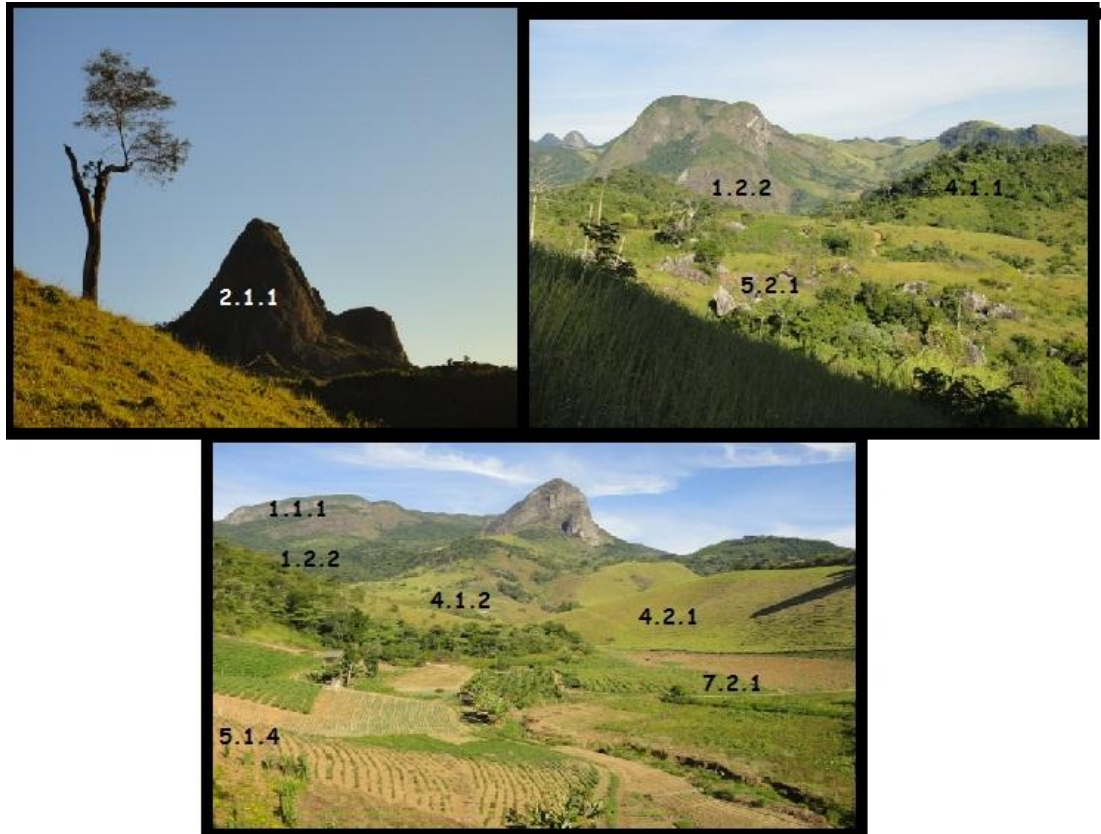
Por sua vez, a **planície fluvial com depósitos quaternários (7)** foi subdividida no segundo nível hierárquico em duas unidades distintas: **terraços fluviais sub-horizontal com depósito sedimentar (7.1)** e **várzeas horizontal com depósitos sedimentar (7.2)**. Tal subdivisão baseou-se nas informações altimétricas, sendo possível separar essa unidade em duas unidades inferiores, a várzea e o terraço fluvial. Já no terceiro nível hierárquico, a unidade **terraços fluviais sub-horizontal, com depósito sedimentar (7.1)** foi reclassificada como **terraços fluviais sub-horizontal com argissolo e com agricultura (7.1.1)**. Já a unidade **várzeas horizontal com depósitos sedimentar**, como **várzeas horizontal com gleissolo e com agricultura (7.2.1)**. A reclassificação no 3ª nível hierárquico levou em consideração a distinção das classes de solos, uma vez que as várzeas que se situam em áreas constantemente alagadas e com presença de gleissolos, portanto passíveis de sofrer mais com os processos de hidromorfismo e com a presença dos solos do tipo glei. Já os Terraços localizam-se em áreas mais elevadas, não constantemente alagadas, e em áreas de argissolos.

Essas duas unidades da paisagem de 3ª ordem juntas representam um pouco mais de 18 ha, ou seja, 3,61% da área da bacia, e são formadas por sedimentos transportados, inconsolidados, de granulometria variada, provavelmente, de idade quaternária e por rochas pré-cambrianas metamórficas, principalmente gnaisse. Em ambas áreas, o uso agrícola é predominante.

Com base nas características apresentadas, percebemos que as unidades de paisagem inseridas no compartimento das **montanhas intrusivo-tectônicas com clima subtropical de altitude** mantêm sua cobertura florestal intocada, e razão da dificuldade da alta declividade, que impede o uso da terra nessas unidades. Outro ponto a considerar é que as áreas de pastagem, em grande parte, estão localizadas nas áreas de colinas e morros.

Além disso, podemos observar que nas áreas mais baixas e com presença de cambissolos se localizam as áreas agrícolas, devido aos baixos graus de declividade, o que favorece o uso agrícola, uma vez que os produtores da região não possuem maquinaria apropriada para a atividade em áreas de difícil acesso. Esse tipo de atividade se concentra ao longo do fundo de vale e nas rampas próximas, bem como na área de terraço fluvial e de várzea.

Figura 11 – Fotograma ilustrativo das unidades de paisagem II: Escarpas tectônicas (1.1.1); vertentes íngremes (1.2.2); pontão granítico sem solos, com vegetação rupícola esparsa (2.1.1); morros e interflúvios com predominância de latossolos e predomínio de pastagens (4.1.2). colinas isoladas com latossolos e predomínio de pastagem (4.2.1); rampas com argissolo cobertos por cultivos agrícolas (5.1.4); talus com cambissolo húmico coberto por pastagens (5.2.1); várzeas horizontais com gleissolo e com agricultura (7.2.1).



CAPÍTULO 6 - IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTOS DAS FUNÇÕES GEOECOLÓGICAS NA BACIA DO PITO ACESO

6.1-Mapeamento e análise das Funções Geoecológicas

O mapeamento das funções geoecológicas surge da necessidade de se espacializar as informações obtidas a partir do trabalho dos especialistas. Para análise dessas informações, foi adotado um caráter mais espacial do que propriamente ecológico. Foram analisadas as características espaciais da unidade que potencializam a função geoecológica e não uma avaliação e/ou análise dos processos ecológicos em si, até porque seriam necessários dados quantitativos (mensurações) das funções.

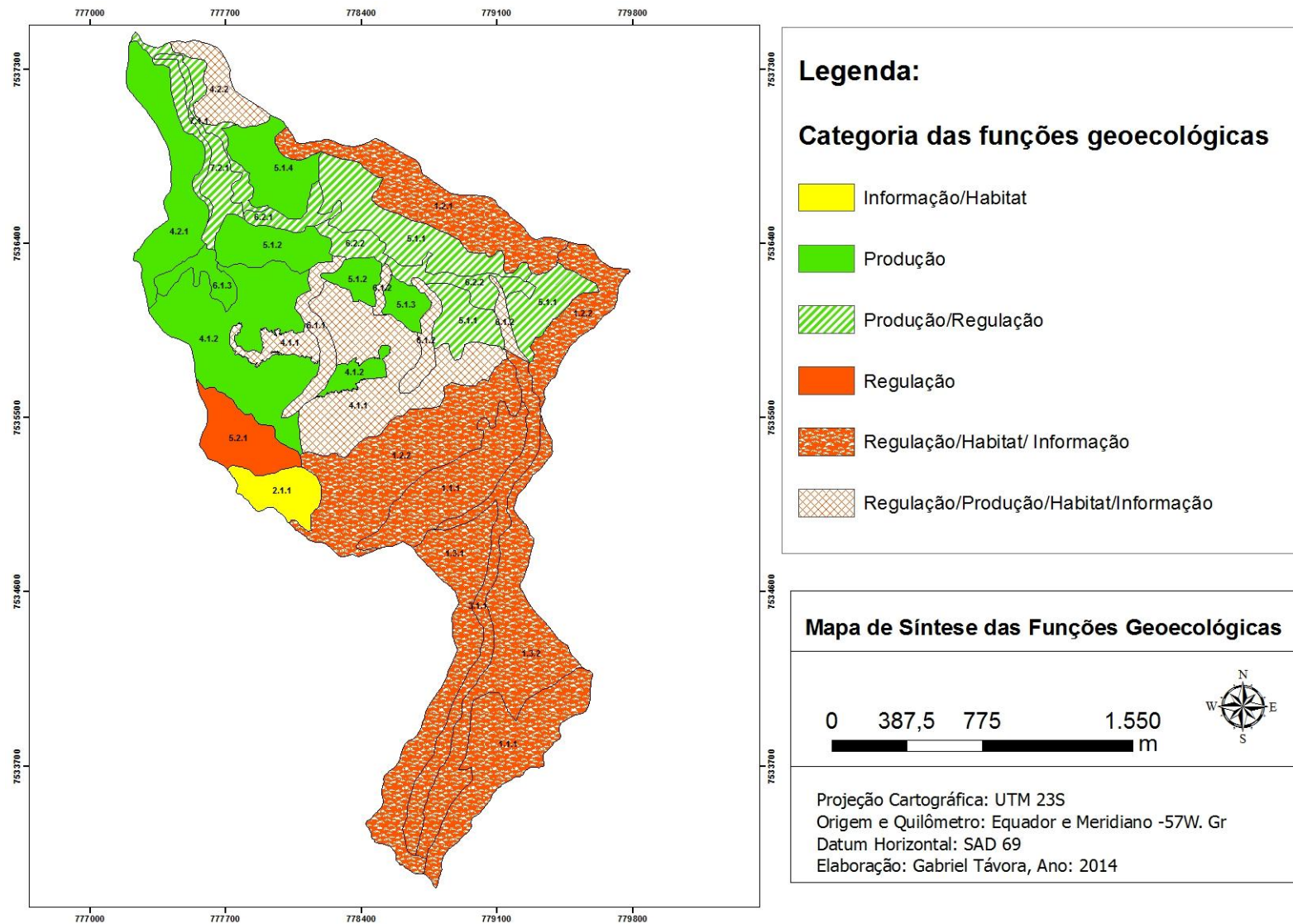
A identificação e a espacialização das informações acerca das funções geoecológicas propiciam melhor entendimento das dinâmicas ambientais que ocorrem na bacia do Pito Aceso. Entende-se, porém, que, se o intuito é de colaborar com a proposta de ordenamento ambiental, a apresentação dessas informações de modo desassociado, isto é, a apresentação de cada uma das funções não é algo prático para os gestores trabalharem. Essas informações por si só não facilitam o trabalho de se pensar o espaço de modo ordenado, sendo necessária, portanto, a elaboração de uma síntese das informações.

Como já foi tratado na no capítulo 3 deste trabalho, o critério de avaliação das funções teve como base a consulta aos especialistas. Após a análise dos resultados apresentados pelos especialistas foi elaborada uma tabela (*Tabela 8*) na qual é possível observar qual grupo de categoria de funções e mais representativa para cada unidade de paisagem.

A partir desta tabela foi gerado um mapeamento-síntese das funções geoecológicas (*mapa 8*) com o objetivo de espacializar as principais categorias de funções existentes em cada uma das unidades de paisagem.

Tabela 8 – Síntese das funções geocológica

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Unidades da Paisagem	Regul. Gases	Regul. Clima	Preven. Distúrb.	Regul. d'água	Armaz. da água	Retenção solo	Formação do Sd	Regul. Nutrientes	Manut. de hábitats	Oportuni. da Pais.	Matéria Prima	Recursos Genét.	Alimentos	Síntese
Escarpos em alinhamento com as falhas	***	***	**	***	**	**	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Habitat
Vertentes íngremes com neossolos litólicos	***	***	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Habitat
Vertentes íngremes com cambissolos	***	***	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Habitat
Vertentes moderadas, afloramento e neossolos litólico	***	***	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Habitat
Vertentes moderadas, florestada e cambissolo	***	***	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Habitat
Pedra Aguda	*	**	*	*	*	*	**	*	***	***	*	***	*	Informação/Produção
Vales intramontanos	***	***	**	***	**	***	**	***	***	***	**	***	**	Regulação/Produção/Habitat
Mares de morros florestados	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Regulação/Produção/Habitat/Informação
Mares de Morro com pastagem	**	**	**	***	**	**	**	**	**	*	**	**	***	Produção
Colinas isoladas com pastagem	**	**	**	***	**	**	**	**	**	*	**	**	***	Produção
Colinas isoladas florestada	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Regulação/Produção/Habitat/Informação
Rampas, agricultura e cambissolos	**	**	**	***	**	***	**	***	***	**	***	***	***	Produção/Regulação
Rampas, pastagem e latossolos	**	**	**	***	**	**	**	**	**	*	**	**	***	Produção
Rampas, agricultura e latossolos	**	**	**	***	**	***	**	***	***	**	***	***	***	Produção
Rampas, agricultura e argissolos	**	**	**	***	**	***	**	***	***	**	***	***	***	Produção
Depósito de tálus	**	*	**	*	**	**	**	**	**	**	*	**	**	Regulação
Vales encaixados, florestado e latossolos	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Regulação/Produção/Habitat/Informação
Vales encaixados, florestado e cambissolos	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Regulação/Produção/Habitat/Informação
Vales encaixados, pastagem e cambissolo	**	**	**	***	**	**	**	**	***	**	**	**	***	Produção
Fundo de Vale, floresta com pastagem e argissolo	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	Regulação/Produção/Habitat/Informação
Fundo de Vale, agricultura com pastagem e cambissolo	**	**	***	***	**	***	***	***	***	**	**	**	***	Produção/Regulação
Terraços Fluvial	***	**	**	***	***	***	***	***	***	**	**	***	***	Produção/Regulação
Várzea	***	**	***	***	***	***	***	***	***	**	**	***	***	Produção/Regulação
LEGENDA														
Irrelevante	*													
Pouco relevante	**													
Relevante	***													
Muito relevante	***													



Mapa 8 – Mapa de Síntese das funções geoecológicas

Com base no resultados dos apresentados pelos especialistas podemos observar no compartimento das Montanhas intrusivo-tecônicas que na maioria das unidades de paisagem destacam-se as funções de **regulação, informação e hábitat**.

As escarpas tectônico-denudativas em alinhamento de falha (1.1.1), vertentes íngremes (1.2.1; 1.2.2) e vertentes moderadas (1.3.1; 1.3.2), são unidades potencialmente provedoras de funções de informação, regulação e hábitat. Por estarem localizadas em áreas de difícil acesso e com uma geomorfologia que dificulta práticas agrícolas, apresentam alto grau de preservação. É justamente esse alto grau que possibilita o desenvolvimento de diversas funções, especialmente, as que estão ligadas à categoria de regulação.

As características geomorfológicas da unidade tem um efeito direto na regulação do microclima, uma vez que as formas mais abruptas do relevo acabam servindo como sombra, não só na unidade, mas também nas unidades adjacentes, desta forma, gerando um efeito de sombreamento topográfico.

Em decorrência dos solos rasos, da alta declividade e da alta taxa pluviométrica (acima dos 1.500 mm) da bacia, a floresta tem um papel preponderante para o processo de ciclagem biogeoquímica, retenção do solo e regulação do ciclo d'água.

As funções resultantes do processo de ciclagem biogeoquímicas são a regulação de gases e ciclagem de nutrientes. Poggiani (2012) mostrou que na floresta ombrófila densa a ciclagem de nutrientes está associada à produção de serrapilheira, que, ao decompor-se, garante a reintrodução dos nutrientes dentro do solo que, posteriormente, são absorvidos pelas plantas. Além disso, o ciclo do tipo gasoso ou ciclos do carbono e do nitrogênio são mantidos em equilíbrio, em razão da manutenção do estado da floresta.

A floresta também vai ter papel preponderante para a manutenção do solo, evitando a intensificação de processos erosivos, uma vez que as raízes têm papel primordial para fixação do solo. O dossel da floresta também contribui com a retenção da água da chuva, o que diminui o impacto das gotas no solo e também a perda da manta florestal.

Além disso, a cobertura florestal tem influência no processo do ciclo hidrológico, uma vez que há uma dinâmica desde a interceptação da água da chuva pelo dossel e a evaporação da água retida na copa. A água que consegue ultrapassar a capacidade de retenção do dossel chega ao solo por meio do fluxo de atravessamento e do fluxo de tronco, sendo captada pela serrapilheira, até que, por fim, infiltra no solo, onde é

absorvida pelas raízes ou continua percolando pelo solo até atingir o lençol freático ou sair do sistema (COELHO NETTO, 2010).

A cobertura florestal também é imprescindível para diversas espécies de plantas e animais que utilizam tais áreas como hábitat e como local para reprodução. Além disso, as características geomorfológicas (altitudes acima de 1.000 m) e pedológicas (solos rasos e afloramentos de rocha) podem contribuir para que determinadas espécies de plantas só se encontrem nessas unidades.

As características geomorfológicas e pedológicas também interferem no funcionamento das funções, no que diz respeito à armazenagem e à regulação do ciclo da água. Apesar de a cobertura florestal influenciar a entrada de água no sistema, as características geomorfológicas e pedológicas acabam por modificar a dispersão da água, pois, como nessa unidade os solos são rasos e associados a afloramentos de rocha e com declividade bastante acentuada, a água não infiltra em grandes profundidades e acaba escoando para outras áreas, indo direto para o córrego do Pito Aceso.

Especialmente nas unidades das escarpas tectônico-denudativas, as formas escarpadas das vertentes com afloramentos expostos fazem com que essas unidades tenham um forte impacto visual na área da bacia, acabando por gerar um “encantamento” cênico e colaborar com a função de informação da paisagem. Contudo, as unidades de vertentes íngremes e vertentes moderadas, além de forte apelo cênico, também podem ser utilizadas no desenvolvimento de programas educacionais.

A unidade do **pontão granítico (2.1.1)** de acordo com resultados apresentados pelos especialistas é potencialmente provedora de funções de informação e hábitat. Por se tratar de uma unidade que apresenta na sua composição espacial um pontão rochoso, no formato de “pão de açúcar”, ela acaba criando uma função cênica na área da bacia, pois o pontão é uma formação que se destaca visualmente. Além disso, essa formação possui uma litologia diferente das demais rochas da bacia e, por isso, pode vir a ser alvo de pesquisas científicas e estudos que buscam entender os seus processos formadores.

As mesmas características geomorfológicas e geológicas que fazem com que a unidade seja provedora de função de informação também vão influenciar as funções de hábitat. Isto é, em razão da geomorfologia, da geologia e das características pedogênicas, o pontão Granítico acabou criando condições ideais para que determinadas espécies rupícolas pudessem se desenvolver nessa área. Nesta unidade, as espécies existentes, provavelmente, não serão encontradas em nenhum

outro lugar da bacia. Logo, esta unidade tem papel muito importante enquanto hábitat para espécies rupícolas e até mesmo para outras espécies de animais que dependem desse tipo de planta para sobreviver. Em virtude da ocorrência de algumas espécies endêmicas, esta unidade acaba tendo um papel preponderante enquanto função de recurso genético, pois como essas espécies se encontram somente na área do pontão rochoso, qualquer distúrbio que acarrete na perda dessas espécies resultará na perda de fundo genético.

A unidade dos **vales intramontanos encaixados (3.1.1)** possui uma dinâmica ambiental diferenciada das demais unidades do compartimento das montanhas intrusivo-tectônicas. Isso se deve, especialmente, porque os fluxos hídricos das outras unidades convergem para as montanhas, por conseguinte, é a unidade onde está localizado o córrego do Pito Aceso.

Em decorrência disso, os especialistas avaliaram esta unidade como potencialmente sendo provedora de uma série de funções geoecológicas. No que diz respeito às funções de regulação, nesta unidade o córrego vai ter papel preponderante para a regulação dos nutrientes, porque, primeiramente, na unidade há o predomínio da cobertura florestal e a decomposição da serrapilheira tem função importante para processo de ciclagem de nutrientes. Segundo, o canal vai atuar como um dispersor da matéria orgânica que é deposita ao longo do seu curso do rio, a ciclagem dos nutrientes desse material depositado vai ser importante tanto para manutenção do ecossistema aquático, como também para a utilização em áreas mais a jusante. Além da dispersão de nutrientes, o córrego pode atuar como dispersor de sementes e plântulas (POGGIANI, 2012; BARBOSA et. al., 2012).

A cobertura vegetal, a presença do corpo e da geomorfologia da unidade também vão ser fatores que irão garantir a manutenção de um microclima. Isto porque a forma do vale encaixado diminui a entrada da radiação solar dentro da unidade, a cobertura florestal funciona como uma barreira para entrada da radiação solar e também para efeitos do movimento do ar em superfície. Além disso, a presença do corpo hídrico garante a manutenção das taxas de temperatura e umidade do ar (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA 2007).

Outra função, potencialmente, de regulação que pode ser gerada nesta unidade é a de regulação e armazenamento d'água. Isso se dá em razão da cobertura florestal que influencia no processo de captação da água da chuva, e também em razão da geomorfologia da unidade em forma de vale em "v", que contribui para concentração e captação de fluxo hídrico.

A função de manutenção de hábitat também é extremamente relevante nesta unidade, e isso se deve tanto à cobertura florestal que é o hábitat para espécies vegetais e animais, como também ao córrego, que dentro desta unidade pode ser considerado como um ecossistema completamente diferente das áreas florestais, por isso é, potencialmente, um local de habitação e reprodução de diferentes espécies.

Por fim, esta unidade tem um importante papel no que diz respeito à função de informação, pois na área do degrau estrutural que separa o compartimento das montanhas do compartimento das superfícies dissecada, há uma cachoeira que é formada pelo córrego do Pito Aceso e cria uma função de beleza cênica.

A unidade **tálus (5.2.1)** se encontra localizada na base do pontão Granítico e das Escarpas, por conta disso há uma grande ocorrência de taludes. Estes depósitos podem ter sido trazidos provavelmente pelo efeito da gravidade. Além disso, esta unidade está associada ao uso da pastagem. De acordo com os especialistas esta área tem um potencial para prover funções de regulação, especialmente às relacionadas com armazenamento e regulação do ciclo d'água. Esta afirmativa pode ser corroborada com base no trabalho de Monsore et.al., (2004), que mostram que nas áreas de depósito de tálus, apesar da declividade acentuada, a porosidade muito alta da formação permite a infiltração relativamente rápida das águas das chuvas. Assim, segundo os autores (*op. cit.*), nestas áreas ocorrem a maioria das nascentes em uma bacia hidrográfica, além disso, estes depósitos funcionam como área de armazenamento de água. Desta forma, as principais funções realizadas nesta unidade estão relacionadas à regulação do ciclo hídrico e o armazenamento d'água.

A partir da análise das funções, chegou-se a conclusão que, para esta unidade, a categoria que melhor a representa é a de regulação, especialmente no que tange as funções de regulação do ciclo hídrico e armazenamento d'água. Pois esta unidade, conforme já havia mencionado, devido à porosidade dos depósitos coluviais, tem uma função importante na regulação hídrica e na formação de nascentes, e não concentra os fluxos sub-superficiais em nascentes de canais de primeira ordem.

As unidades das **rampas (5.1.2)**, **colinas isoladas (4.2.1)** e **morros e interflúvios (4.1.2)**, associados ao uso de pastagem, possuem características físico-geográficas bastante similares. Estas unidades se destacam pela formação em colinas, levemente onduladas, com vertentes convexas, pastagem e com predomínio de latossolos. Por conta disso, os especialistas avaliaram estas unidades como tendo potenciais parecidos no que diz respeito à produção de funções geoecológicas.

Nessas unidades as funções de regulação acabam sendo prejudicadas devido ao tipo de uso que é adotado. Na bacia, a pastagem é utilizada para alimentação do

gado e não passa por um trabalho de manejo adequado. Por conta disso, os processos como ciclagem de nutrientes, armazenamento da água e regulação do ciclo hídrico são prejudicados em razão da retirada da floresta dessas áreas e pela consequente retirada da serrapilheira. Além do que, nessas unidades o latossolo, que é um solo extremamente lixiviados, com alta taxa de permeabilidade e poucos nutrientes, não consegue armazenar a água por muito tempo dentro do perfil e nem manter os nutrientes no solo (EMBRAPA, 2006; PRADO, 2013).

As funções de formação e retenção do solo também são prejudicadas nessas unidades, em decorrência da retirada da vegetação e da introdução do gado. Estes dois fatores vão contribuir para intensificar os processos erosivos. Com relação à retirada da vegetação, este processo deixa o solo mais exposto ao impacto da chuva, aumentando o efeito *splash* no solo, fazendo com que as formas convexas das encostas potencializem o processo de dispersão da água e, de acordo com Guerra (2011), podem contribuir para o aumento do processo de formação de ravinas. Já em relação ao pisoteio do gado, este processo também colabora para a compactação do solo, que por sua vez contribuirá para intensificar os processos erosivos (LESPCH, 2010). Contudo, vale ressaltar que, de acordo com Coutinho *et. al.* (2006), nas áreas que não estão sendo utilizadas para pastoreio e se encontram em um estado de pousio, as taxas de formação de agregados é maior do que nas áreas de cultivo. Logo, os processos erosivos se encontram menos intensos.

Outra função que é influenciada pela forma de uso dessas unidades é a de regulação de gases, pois a presença de ruminantes (gado), de acordo com Primavesi *et. al.*, (2004), são a terceira maior fonte de liberação de gás metano em escala global. E ainda com base nos autores (*op. cit.*), o gás metano contribui em 15% para o aumento do efeito dos gases estufas. Além disso, esse gás chega a ser 20 vezes mais potente para o efeito estufa do que o dióxido de carbono.

A retirada da vegetação natural para introdução da pastagem também acaba interferindo na provisão de funções de informação, pois com a supressão da floresta perde-se o cenário, área de lazer, valor estético, entre outros aspectos relevantes para esta função. Além disso, a supressão da vegetação influenciou na manutenção de habitat de espécies que lá ficavam, quando a cobertura predominante era a florestal.

Com base nestas características, o principal tipo de função gerada nestas unidades é a de produção. Esta função está relacionada, especialmente, à produção de alimentos, já que não há uma vasta diversidade de espécies nestas áreas, nem muita matéria-prima disponível. A produção de alimentos está relacionada,

primordialmente, com as gramíneas, que são fontes de alimentos para o gado, e assim, elementos indispensáveis para manutenção dessa função.

As unidades **rampas (5.1.1; 5.1.3; 5.1.4) e fundo de vales (6.2.1; 6.2.2)**, associados à agricultura, apesar de não apresentarem semelhanças em relação às componentes físico-geográficas, apresentam com base nas avaliações dos especialistas certas similaridades no que concerne a provisão de funções geoecológicas.

Em virtude das suas características geomorfológicas e pedológicas, as funções de regulação do ciclo d'água e do armazenamento são consideradas, potencialmente, relevantes nestas unidades. As rampas, em decorrência da sua forma e declividade, são unidades que captam a água, os processos de infiltração e os fluxos subsuperficiais no solo são determinantes para o escoamento nas áreas de fundo de vale. Já os fundos de vales são áreas de deposição e concentração de fluxo de água.

Por estarem associadas às práticas agrícolas, estas unidades vão ter papel relevante na distribuição e na ciclagem de nutrientes. Apesar dos solos não apresentarem, naturalmente, uma alta fertilidade, esta é corrigida com a entrada contínua de aplicação de adubos. Sendo assim, estas áreas apresentam uma alta taxa de nutrientes, especialmente, fósforo. Posteriormente, estes nutrientes são transportados e alcançam a calha do córrego, o que faz com que o haja presença desses elementos ao longo do médio e baixo curso, mas sem apresentar grandes problemas (COUTINHO *et. al.*, 2006; BENITES *et.al.*, 2010).

Com relação à regulação de formação e à retenção do solo, as análises elaboradas por Coutinho *et. al.*, (2006) mostram que nas áreas agrícolas da bacia do Pito Aceso a estabilidade dos agregados é menor em comparação com áreas de pastagens e florestal. Benites *et. al.*, (2010) comprovam essa fala ao demonstrarem que o processo de fertilização nessas áreas contribui para a ruptura dos agregados, e isso pode vir a intensificar os processos erosivos e, conseqüentemente, interferir nas funções de regulação e armazenamento d'água.

A retirada da floresta para introdução da agricultura também vai influenciar na regulação de gases, uma vez que nestas unidades as práticas agrícolas contam com a técnica de queimada para limpar as áreas que estavam plantadas e/ou em pousio. Esta prática acaba contribuindo para a liberação de nutrientes, especialmente, o carbono residual de biomassa e o nitrogênio dos solos (PUIG, 2008).

Com relação à manutenção de hábitat e microclima, entende-se que a retirada da cobertura florestal para a introdução da agricultura acabou por alterar toda a dinâmica preexistente. No que diz respeito ao microclima, a supressão da vegetação

intensifica a entrada de radiação no solo o que faz com a que amplitude térmica ao longo do dia seja mais intensa (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA 2007).

Em relação ao hábitat, a retirada da vegetação acarretou na supressão de ecossistemas que serviam como hábitat para espécies vegetais e animais. Além disso, contribuiu para a perda da diversidade que, por sua vez, interferiu na função de recurso genético (PUIG, 2008; CAIFA *et. al.*, 2012).

Com relação às funções de produção, por se tratar de unidades nas quais as práticas agrícolas não são muito intensas e não interferem drasticamente na geração de outras funções geoecológicas, entende-se que estas unidades colaboram para a realização da função de produção de alimentos. Apesar de nas suas práticas haver a entrada de matéria e energia, com a inserção de insumos e produtos para correção química dos solos, essas entradas não alteram, significativamente, a geração de outras funções. Inclusive, esta é a principal função que estas unidades de paisagem possuem, uma vez que é a mais relevante em comparação com outras funções que acontecem nas unidades.

Além da função de produção de alimentos, nestas unidades a produção de matéria-prima tem grande relevância, porque nestas áreas bacia, conforme visto em campo, começaram a serem plantados eucaliptos que serviram como base para indústrias de celulose e papel.

Os **vales encaixados florestados (6.1.1; 6.1.2), colinas isoladas florestadas (4.2.2) e morros e interflúvios florestados (4.1.1)**, de acordo com os resultados apresentados pelos especialistas foram as unidades que apresentaram relevância para todas as categorias de funções. Isto é, em todas as quatro categorias pelo menos uma das funções apresentou alto grau de relevância.

Como salientamos anteriormente, as colinas isoladas e os morros e interflúvios possuem semelhanças físico-geográficas. Por conta disso, acabam provendo os mesmos tipos de funções. Os vales são formações geomorfológicas bem diferentes das outras duas unidades, contudo, as funções que neles são geradas, principalmente, em razão da cobertura florestal, apresentam a mesma dinâmica de geoecológica de funcionamento.

No que tange à regulação de clima, a cobertura florestal tem papel fundamental para manter as condições de microclima preexistente, especialmente, porque as unidades no entorno acabam por causar efeito de “borda”, com aumento da radiação e da movimentação de ar em superfície. Sendo assim, a cobertura vegetal tem um papel, potencialmente, central em manter o microclima existente no interior da unidade de paisagem.

No que diz respeito à regulação do ciclo biogeoquímico, assim como acontece nas unidades a montante na área da bacia, nestas unidades a floresta tem um papel preponderante para a manutenção do ciclo de nutrientes e para as trocas gasosas. Nessas áreas, os fragmentos florestais vão ser responsáveis pela produção de serrapilheira que, segundo Coutinho *et. al.*, (2006), é o que mantém os níveis de nutrientes no solo. Além disso, conforme foi apontado por Benites *et. al.*, (2010), nas áreas florestadas da bacia, os níveis de carbono e nitrogênio são maiores do que em qualquer outro uso.

No caso dos vales encaixados, além da cobertura florestal, os canais d'água também têm um papel preponderante para o transporte e a regulação do ciclo de nutrientes, uma vez que os materiais em solução são transportados para outras áreas da bacia.

Nessas unidades, a cobertura florestal vai ser responsável pela manutenção e formação dos solos, pois, segundo Mendes (2006), as áreas florestadas apresentaram menores taxas de perdas de solo, porque possuem maiores percentuais de raízes, formando uma manta que estabiliza os solos, e a grande quantidade de serrapilheira protege o solo, pois contribui para diminuir o impacto das gotas de chuva, e a decomposição dessa matéria orgânica contribui para a estabilização dos agregados.

As áreas florestadas dessas unidades também podem vir a ter um papel importante como hábitat e banco genético, uma vez que esses remanescentes florestais representam fragmentos do que antes era a cobertura de toda a bacia. De acordo com Magalhães e Freitas (2013), quanto mais tempo os fragmentos florestais de Mata Atlântica forem preservados, maior será a sua diversidade. Além disso, os autores (*op. cit.*) afirmam que um fragmento florestal bem preservado aumenta a capacidade em proteger o solo, o ciclo hidrológico e abrigar a biodiversidade local.

Logo, a preservação desses fragmentos florestais garante a manutenção das funções de hábitat e de produção de recurso genético. Além disso, essas unidades, potencialmente, podem vir a gerar matéria-prima, porque nestas áreas há uma grande quantidade de biomassa para ser utilizada como fonte de energia, por meio da queima de bioamassa, da construção, entre outros.

Os fragmentos florestais também tem um papel muito importante como fonte de alimentos, uma vez que essas áreas servem de hábitat para diversas espécies de plantas e animais. Em razão disso, há uma cadeia trófica que depende deste ecossistema.

Por último, mas não menos importante, essas unidades desempenham uma importante função de informação, uma vez que os remanescentes são fontes

importantes de conhecimento/pesquisa para o entendimento da dinâmica dos fragmentos de Mata Atlântica. Além disso, seu apelo estético oferece inspiração, motivação e oportunidades de lazer.

Nas áreas mais a jusante da bacia do Pito Aceso se encontram duas unidades de paisagem que fazem parte do compartimento da depressão intramontana. As unidades **terraço fluvial (7.1.1)** e **várzea (7.2.1)** estão localizadas nas áreas mais planas da bacia, logo, são áreas com alta concentração de fluxos hídricos e também áreas em que a produção agrícola compõe parte expressiva das unidades.

A retirada da cobertura florestal original tem impacto direto nas mudanças do microclima, pois sem a proteção dessa cobertura, aumenta o impacto da movimentação do ar, bem como da radiação incidente. Além disso, este processo também acarreta na perda de habitat e, conseqüentemente, contribuiu para perda de diversidade genética. Este processo de retirada da cobertura florestal também teve influência na provisão de funções de informação, as únicas funções de informação que podem ser geradas nessa área são as que estão relacionadas à pesquisa, uma vez que as pesquisas de Coutinho *et. al.*, (2006), Benites *et. al.*, (2010) e Mendes (2006) foram realizadas nas áreas agrícolas da bacia.

Os diferentes tipos de solo foram importantes fontes para distinção destas unidades. Na unidade da várzea, o gleissolo aponta que a concentração de fluxos hídricos é mais intensa do que no argissolo do terraço. Sendo assim, a unidade de várzea tem papel importante para regulação de nutrientes, já que, em caso de enchente, as águas do córrego podem depositar nutrientes que foram carreados de áreas mais a montante da bacia.

No caso do terraço, este é um antigo nível de base da planície de inundação que agora não podem ser mais alcançado pelas águas do rio (GUERRA e GUERRA, 1997). Os processos erosivos que levaram a sua formação acarretaram na retirada de sedimentos e nutrientes do solo. Apesar disso, os índices de fertilidade do solo são elevados, conforme apresentados por Coutinho *et. al.*, (2006), em razão da aplicação contínua de adubos.

Com já foi assinalado anteriormente, as áreas agrícolas na bacia apresentaram baixa estabilidade de agregados devido às formas de manejo conservacionistas e, por conta disso, apresentam maiores taxas de erosão (COUTINHO *et. al.*, 2006). Contudo, de acordo com os dados de Mendes (2006), as taxas de erosão vão variar conforme a cultura que está sendo plantada.

Nas unidades do terraço fluvial e várzea, se destaca a função de produção de alimentos, justamente porque esta função está atrelada às áreas de produção

agrícola. Diferentemente das áreas agrícolas localizadas no compartimento das superfícies dissecadas, e que também são provedoras da função de produção de matéria-prima por causa das plantações de eucalipto, nessas unidades não há plantações deste tipo, portanto, elas não vão se beneficiar diretamente da produção de matéria-prima. Contudo, ressaltamos que a biomassa residual pode vir a ser utilizada para a queimada.

O resultado da espacialização das funções geoecológicas mostrou que das 23 unidades de paisagem, seis unidades estão relacionadas às funções de habitat, informação e regulação, e estas estão localizadas a montante da bacia, no compartimento das montanhas intrusivo-tectônicas. Elas representam 44,77% da área da bacia e tem por característica o bom estado de conservação dos fragmentos florestais (*tabela 9*).

Tabela 9 - Relação entre as Unidades de Paisagem e as Categorias das Funções.

Categoria de Função	Número de Unidades de Paisagem	Área (ha)	Porcentagem
Informação/ habitat	1	9,40	1,88
Produção	6	110,50	22,10
Produção/Regulação	5	74,94	14,99
Regulação	1	13,20	2,64
Regulação/Habitat/Informação	6	223,89	44,77
Regulação/Produção/Habitat/Informação	4	68,14	13,63

A unidade do pontão granítico foi a única unidade que não apresentou um potencial relevante para a função de regulação dentre todas as unidades do compartimento das montanhas intrusivo-tectônicas. Esta unidade apresentou relevância para as funções habitat e informação.

As unidades que apresentaram maior potencial na provisão de funções (regulação, habitat, produção e informação) foram as colinas e os vales florestados. Localizados no compartimento da superfície dissecada, estas quatro unidades apresentam predomínio da cobertura florestal em diferentes estágios de sucessão e compreendem uma área de 68,08 hectares.

As unidades que apresentaram potencial para prover funções de produção e regulação são aquelas em que predominam as práticas agrícolas, e estão localizadas ao longo do córrego do Pito Aceso. Estas cinco unidades representam uma área de pouco mais de 14% da área da bacia.

Por fim, sete unidades apresentaram relevância para somente uma categoria de função, sendo que destas, seis foram relevantes para a função de produção e uma para a função de regulação (a unidade tálus) que, por conta das suas características, apresenta relevância para funções de armazenamento e regulação do ciclo d'água.

As unidades que tiveram predomínio das funções de produção representaram 22,10% da área da bacia ou 110,5 hectares. Estas seis unidades estão localizadas no compartimento da superfície dissecada e são áreas predominantemente cobertas por pastagem em diferentes estágios de sucessão, mas, principalmente, estão associadas à prática da pecuária.

A espacialização destes resultados demonstrou que as unidades localizadas mais a montante na área da bacia são, em grande potencial, provedoras de todas as funções, especialmente porque apresentam alto grau de preservação. Contudo, as dificuldades de acesso e utilização acabam por atrapalhar a geração de funções de produção, principalmente, de alimentos e produção de matéria-prima.

As funções de regulação estão quase que totalmente associadas às unidades que apresentam bom estado de conservação das áreas florestas e em áreas agrícolas. Nas áreas com cobertura florestal, estas funções estão associadas tanto ao estado de conservação, como também às características geomorfológicas e pedológicas. Já nas áreas agrícolas, as principais funções de regulação estão associadas ao armazenamento e regulação do ciclo d'água. Isto porque a maioria das unidades com práticas agrícolas estão localizadas ao longo do curso do córrego do Pito Aceso.

As funções de produção estão associadas, especialmente, as áreas de produção agropecuárias, localizadas mais a jusante na bacia. Estas unidades estão relacionadas com a produção de alimentos agrícolas e a capacidade dos fragmentos florestais de serem locais de produção de matéria-prima.

As funções de informação foram associadas, principalmente, à função de apelo cênico das áreas escarpadas, dos afloramentos de rochas e das áreas florestadas. Além dessa função, foi considerada a questão de potencial da unidade com relação à educação e à pesquisa, estas podem ser desenvolvidas em qualquer área da bacia, embora os fragmentos florestais das colinas e vales tenham maior potencial.

As funções de hábitat foram relacionadas às condições de conservação dos hábitat e, também, às características que fazem de uma determinada unidade um hábitat único para algumas espécies como, por exemplo, no caso do pontão granítico que é uma área de endemismo, ou mesmo ao longo do córrego do Pito Aceso, que tem uma dinâmica própria.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que fosse possível alcançar os objetivos propostos, nesta pesquisa, foi necessária a utilização de diversas técnicas que tiveram como referência a utilização de ferramentas de geotecnologias e o levantamento de uma gama de informações físico-geográficas, para que se entendesse a dinâmica natural da bacia. Com base na caracterização dos componentes físico-geográficos, a bacia do Pito Aceso apresenta uma dinâmica bastante complexa. Os mapeamentos de uso cobertura da terra, geomorfológico e pedológico nos mostraram que a bacia possui uma diversidade de formas de relevo, usos da terra e classes de solos.

No tocante ao mapeamento geomorfológico, a metodologia empregada, tendo como referência o emprego de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, mostrou-se deveras satisfatória para esse tipo de pesquisa. A utilização de produtos derivados de modelos digitais de elevação, como dados de relevo sombreado, declividade e altimetria, foram essenciais para que, nesta pesquisa, fossem identificados os padrões e as formas de relevo. Frise-se que o aperfeiçoamento das geotecnologias tem permitido melhor caracterização das componentes do relevo, bem como a produção mais rápida de resultados. Contudo, a atividade de campo continua sendo imprescindível para confirmação dos resultados obtidos no gabinete. Além disso, as caracterizações dos compartimentos e das formas de relevo são imprescindíveis para a classificação e cartografia das paisagens.

O entendimento das inter-relações resultantes de cada um dos componentes mostrou ser necessário para se fazer uma avaliação integrada para os processos de classificação e cartografia das paisagens. A utilização das geotecnologias foi determinante para que fosse feita a análise multiescalar e hierárquica da paisagem. Esse tipo de ferramentas possibilitou a utilização de diferentes tipos de dados, em diferentes escalas e níveis de resolução, proporcionando, com isso, melhor compreensão da dinâmica geossistêmica da bacia.

O processo de delimitação das unidades de primeira ordem facilitou o entendimento dos processos relacionados à gênese da bacia. Ademais, cada uma das sete unidades podem ser identificadas claramente, a partir das observações de campo e de análises de dados.

A delimitação das unidades de segunda ordem se apresentou como desafio maior em relação às da primeira ordem, pois o processo necessitou de trabalho mais detalhado de correlação de informações e de edição dos dados. Apesar disso, a

delimitação dessas unidades ocorreu de modo satisfatório, já que foi possível caracterizar as principais formas da paisagem.

Já as unidades de terceira ordem da paisagem foram essenciais para se entender melhor a estrutura da paisagem. Enquanto os dois primeiros níveis hierárquicos da paisagem foram imprescindíveis para entender a gênese, o terceiro foi necessário para separar essas unidades de acordo com os atributos de uso e cobertura e solos. A convergência dessas informações constitui a base para a compreensão das funções geoecológicas na área de estudos.

No que diz respeito à bacia do Pito Aceso, percebemos que o alto grau de preservação da bacia pode vir a gerar grande gama de funções geoecológicas. Além disso, as diferentes formas de manejo da bacia também foram responsáveis por essa diversidade espacial, no tange à provisão de funções. Como se observou, as funções de produção estão relacionadas, principalmente, com as unidades que apresentam algum tipo de prática agropecuária e/ou áreas florestais nas áreas mais a jusante da bacia.

Portanto, as políticas de uso dessas unidades devem ser feitas com base nas características físico-geográficas de cada uma delas e, também, pensando nas diferentes formas de se garantir a manutenção das funções por elas exercidas. Além disso, essas políticas têm que pensar as funções não só em cada uma das unidades de paisagem, mas no conjunto da bacia. Isto porque, estas funções vão influenciar e gerar benefícios de uma forma geral.

Com relação à metodologia para o mapeamento e a identificação das funções geoecológicas, é legítimo afirmar que a metodologia ainda carece de alguns ajustes, porque mesmo apresentando potencial para auxiliar pesquisas deste tipo, apresentou dificuldade no que diz respeito à análise das funções. Em um primeiro momento, se pensou em fazer análise das 24 funções geoecológicas existente, porém, ao longo do trabalho, optou-se por diminuir o número de funções a serem analisadas. Isso aconteceu porque se detectou que este tipo de análise seria dificultoso tanto para os especialistas avaliarem, como também para posterior análise e correlação dos resultados.

Além disso, foi utilizado a consulta de especialistas, parte relevante ao desenvolvimento da metodologia empregada, principalmente, porque a escolha foi feita tendo como parâmetros diferentes áreas do conhecimento, o que facilitou a observação de diferentes pontos de vista. Entretanto, esta metodologia acabou sendo prejudicada pela escassez de tempo, pois se compreende que era necessário um

confronto entre as respostas de diferentes especialistas para que garantir a eficácia da análise.

A principal contribuição dessa metodologia foi a utilização do resultado de classificação e cartografia da paisagem, pois com isso foi permitida a delimitação de diferentes espaços dentro da área da bacia, conforme as inter-relações de cada um dos componentes físico-geográficos analisados, o que possibilitou a espacialização das funções geoecológicas.

A metodologia, de forma geral, colaborou como este tipo de pesquisa. Entretanto, vale ressaltar que para fazer uma análise mais ecológica, é necessária, além da espacialização das funções, uma avaliação quantitativa dessas funções. Portanto, esta metodologia pode ser vista como uma primeira etapa para a análise ecológica das funções geoecológicas.

Por isso, o desenvolvimento de trabalhos como este constitui um primeiro passo para contribuir à criação e ao estabelecimento de políticas públicas, no que tange aos serviços ambientais, pois o mapeamento e a identificação das funções geoecológicas permitirá que, no futuro, sejam identificados os beneficiários dessas funções e, por conseguinte, serão criados planos e ações que garantirão a manutenção e a qualidade dos serviços prestados pelos ambientes naturais, tendo como alvo o bem-estar da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Hidro Sistema de Informações Hidrológicas**. Brasília: **Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH)**, 2007. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 1abr.2013.

ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S.; FARIA, S. M., 2000. **Deposição e Decomposição da Serapilheira em Povoamentos de *Mimosa Caesalpinifolia*, *Acacia Mangium* e *Acacia Holosericea* com Quatro Anos de Idade em Planossolo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, V. 24, p.777-785.

ANDRADE, D. C. de ; ROMEIRO, A. R . **Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas"**. Campinas: IE/Unicamp, 2009.

BARBOSA, J. M. ; EISENHLOHR, P. V. ; RODRIGUES, Maurício Augusto ; BARBOSA, Karina Cavalheiro . **Ecologia da Dispersão de Sementes em Florestas Tropicais**. In: Sebastião Venâncio Martins. (Org.). Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. Viçosa-MG: Edotira UFV, 2012, v. , p. 52-68.

BENITES, V. M.; MOUTTA, R. O.; COUTINHO, H. L. C.; BALIEIRO, F. C. **Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de mata Atlântica a partir de atributos da matéria orgânica**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.685-690, 2010.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. In: *Cadernos de ciências da terra*. São Paulo, v. 13, p. 1-27 (1972).

BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 4.ed. São Paulo: Ícone Editora. 1999

BICALHO, A.M.S.M.; HOEFLE, S.W. **Environment Perception and Sustainable Development in the Atlantic Forest of Southeast Brazil**. Montreal: Union Géographique International/Université de Montréal, 2002

BOLÓS, M. **Manual de ciencia del paisaje**. Barcelona: Masson, 1992. 273p

CAIAFA, A. N. ; Martins, S.V. ; Nunes, J.A. ; Eisenlohr, P.V. . **Espécies Arbóreas Raras**. In: Martins, S.V.. (Org.). Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. Viçosa: Editora UFV, 2012, v. , p. 245-261.

CASTANEDA, A. R.. **Communities Perceptions of Biodiversity in The Atlantic Forest of Rio de Janeiro**. Master Thesis. The Institute for Techonology and Resource Management in the Tropics and Subtropics (ITT). Cologne University of Applied Science. Germany. 2010

CERQUEIRA, J. D. M. DE. **Ortorretificação digital de imagens de satélites de alta resolução espacial**. Universidade Federal de Pernambuco. Depto de Engenharia Cartográfica. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, Pernambuco, 2004. 80 p. (Dissertação de Mestrado)

CHAGAS, C.S.; CALDERANO FILHO, B.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; BHERING, S.B. **Levantamento Semidetalhado dos Solos da Microbacia do córrego do Pito Aceso, Município de Bom Jardim, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro – RJ**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 2012. No prelo.

COELHO NETTO, A. L. . **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia..** In: Antônio José Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha. (Org.). Geomorfologia: uma atualização de conceitos e bases. 1ed.RIO DE JANEIRO: BERTRAND, 1994, v. 1, p. 93-148.

COUTINHO, H. L. C.; PRADO, R. B.; DONAGEMMA, G. K.; POLIDORO, J. C.; GONÇALVES, A. O.; ANDRADE, A. G. de. **Qualidade de solo e água como indicadores de recuperação de áreas degradadas submetidas a manejo agroflorestal**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Solos (Online), v. 100, p. 01-38, 2006.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M., 1997. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature* 387, 253-260.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Rio de Janeiro: geologia, geomorfologia, geoquímica, geofísica, recursos minerais, economia mineral, hidrogeologia, estudos de chuvas intensas, solos, aptidão agrícola, uso e cobertura do solo, inventário de escorregamentos, diagnóstico geoambiental**. Rio de Janeiro: CPRM (2001) Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=621&sid=26>> Acesso em: 23abr.2013.

CRONEMBERGER, F. M. ; VICENS, R.S. ; BASTOS, J. S. . **Mapeamento bioclimático do Estado do Rio de Janeiro**. In: Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, 2011. v. 1. p. 5745-5752.

CUNHA, F. L. S. J. **Valoração de serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico), Universidade Estadual de Campinas, 2010

DE GROOT, R. S.; WILSON, M.A.; BOUMANS, R.M.J., 2002. **A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services**. *Ecological Economics* 41, 393-408.

DEFINIENS AG. **Definiens Developer 7.0: Treinamento Básico**. Munique: 195 p. 2007 (Apostila do Curso de Introdução do *Software* Definiens Developer 7.0 oferecido pela empresa Threetek).

DIAS, J. . **A região cárstica de Bonito: uma proposta de zoneamento geoecológico a partir de unidades de paisagem**. Revista Ciência Geográfica, Bauru - SP, v. I, n.15, p. 14-24, 2000.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS**. Presidente Prudente: UNESP, 1998. 183 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, 1998.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAPERJ. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro**. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980. 506p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo, : Oficina de Textos, 2008.

FUSALBA, J. P. **El concepto de paisaje y su aplicación en el planeamiento territorial y ambiental**. In: Amalia Inés Geraiges de Lemos; Emerson Galvani. (Org.). Geografia, tradições e perspectivas: Interdisciplinaridade, meio ambiente e representações. Expressão popular, 2009, v., p. 139-158

GERALDES, M. C. [et al.,] **Geologia e recursos minerais da folha Casimiro de Abreu SF.23-Z-B-I, estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000 / Mauro Cesar Geraiges... et al.**; organizador Luiz Carlos da Silva. Belo Horizonte: CPRM, 2012.

GUERRA, A. J. T. **Encostas Urbanas**. In: Antonio Jose Teixeira Guerra. (Org.). Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, v. 1, p. 13-42.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. RIO DE JANEIRO: BERTRAND, 1994. 500p.

Guerra, A.T. e Guerra, A.J.T.. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Ed. Bertrand Brasil, 648p.. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648p .

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006. v. 1. 192p .

HACKBART, V. C. S. **A conservação de corredores fluviais e suas microbacias garantem a disponibilidade de serviços ecossistêmicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, 2012

HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C.M.; MILANI, E.; ALMEIDA, J.C.H. & TUPINAMBÁ, M. 2000. **From collision to extension: the roots of the south-eastern continental margin of Brazil**. In: Talwani and Mohriak (eds) *Atlantic Rifts and Continental Margins*, American Geophysical Union, *Geophysical Monograph Series*, 115:1-34.

HEILBRON, M. & MACHADO, N. **Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil)**. 2003 *Precambrian Research*, 125: 87-112.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 7, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. (IBGE). 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2.ed. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2012, 275p.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. São Paulo, 1981.

IVANAUSKAS, N. M. ; ASSIS, M.C. . **Formações florestais brasileiras**. In: Martins, S.V.. (Org.). *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. 2ed.Viçosa-MG: Editora UFV, 2012, v. 1, p. 01-371

KANDZIORA, M. , BURKHARD, B., MÜLLER, F. **Mapping provisioning ecosystem services at the local scale using data of varying spatial and temporal resolution**. *Ecosystem Services*, v. 4, 2013, 47–59p

KIENAST, F., BOLLIGER, J., POTSCHEIN, M., DE GROOT, R.S., VERBURG, P.H., HELLER, I., WASCHER, D., HAINES-YOUNG, R.H.,. **Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe**. *Environmental Management* 44, 1099–1120. 2009

LEFF, ENRIQUE (org.). **A Complexidade Ambiental**; Tradução de Eliete Wolff. São Paulo: Cortez, 2001

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178 p.

LIU, S., R. COSTANZA, A. TROY, J. D'AAGOSTINO, AND W. MATES.. **Valuing New Jersey's ecosystem services and natural capital: a spatially explicit benefit transfer approach**. Springer Science & Business Media, Netherlands; New York, USA. 2010

MAGALHÃES, G. B. ; SILVA, E. V. ; ZANELLA, Maria Eliza . **Análise Geossistêmica: caminhos para um entendimento holístico**. GeoPuc (Rio de Janeiro), v. 3, p. 1-17, 2010.

MAGALHÃES, L. M. S. ; FREITAS, W. K. **Composição florística e similaridade de fragmentos florestais com diferentes idades, na região serrana do Rio de Janeiro**. Revista de Ciências Agrárias (Belém), v. 56, p. 212-220, 2013

MARTINS, S. V. (Org.) . **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2a. Edição - Revista e Ampliada. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. v. 1. 371p .

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. **A Cartografia das Unidades de Paisagem: Questões Metodológicas**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 1, n. 14, 2001.

MARTÍN-LÓPEZ B., GONZÁLEZ J.A., DÍAZ S., CASTRO I., GARCÍA-LLORENTE M. 2007. **Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional**. Ecosistemas, 16: 3

MARTÍN-LÓPEZ B., MONTES, CARLOS. **Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales**. In: Guía científica de Urdaibai. UNESCO, Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Gobierno Vasco, 2008.

MENDES, C. A. R.. **Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no município de Bom Jardim – RJ**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2006. 227p. (Tese Doutorado em Engenharia Civil).

MENDES, J.C.; TEIXEIRA, P.D.; MATOS, G.C.; LUDKA, I.P.; MEDEIROS, F.F.F.; ÁVILA, C.A. 2007. **Geoquímica e geogronologia do granitóide Barra Alegre, faixa móvel Ribeira, Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geociências, 37(1): 101-113.

MENDONÇA, F. & DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo. Oficina de Textos, 2007

MUCHER, C.A., BUNCE, R.G.H., JONGMAN, R.H.G., KLIJN, J.A., KOOMEN, A.J.M., METZGER, M.J., and WASCHER, D.M.. **Identification and characterization of environments and landscape in Europe**. Alterra Report Number 832, Wageningen, The Netherlands. 2003

MONSORES, A. L. M. ; SILVA JÚNIOR, G. C. ; NUMMER, A. da R. ; RESENDE, A. C. M. V. . **Estudos Hidrogeoquímicos e Hidrogeológicos em Aquíferos Fraturados no Noroeste Fluminense: Bacia Superior do Córrego do Açude - Distrito de Raposo - Município de Itaperuna**. In: XIII Cong. Bras. de Águas Subterrâneas, 2004, Cuiabá. Anais do XIII Cong. Bras. de Águas Subterrâneas - CD-ROM, 2004. v. 1. p. 1-23.

NASCIMENTO, F. R. de; SAMPAIO. J. L. F. **Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem**. Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral, v.6/7, n.1, 2005.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2011. 612 p.

OLIVEIRA, F. C. de ; MOURA, H. J. T. . **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. Pretexto (Belo Horizonte), v. 1, p. 1, 2009.

OLIVEIRA, R.R.; LIMA, D.F.; DELAMÔNICA, P.; TOFFOLI, D.D. & SILVA, R. F., 1995. **Roça caiçara: um sistema primitivo auto-sustentável**. Ciência Hoje, 18 (104): 44-51.

OLIVEIRA, A. A. B. **A Abordagem Sistêmica no Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas**. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Rio de Janeiro, 2003. Revista Geouerj, v. especial. Rio de Janeiro, p. 734-748, 2003..

PASSOS, M. M. . **A Teledeteccao Aplicada Ao Estudo da Colonizacao Agricola do Mato Grosso, Brasil. Um Exemplo: A Fazenda Branca, Chapada dos Parecis.** GEOSUL, 1996.

PEDROLI, B., PINTO-CORREIA, T. AND CORNISH, P. (2006). **Landscape – what's in it? Trends in European landscape science and priority themes for concerted research.** Landscape Ecology, 21, 421-430

PETTER, MIK; MOONEY, SHANNON; MAYNARD, SIMONE M.; DAVIDSON, ANDREW; COX, MELANIE; HOROSAK, ILA. **A Methodology to Map Ecosystem Functions to Support Ecosystem Services Assessments.** Ecology & Society . mar./2013, v. 18 Issue 1, p1-36. 36p.

POGGIANI, F. . **Ciclagem de Nutrientes em Florestas do Brasil.** In: SebastiãoVenâncio Mrtins. (Org.). Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. 2a.ed.Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012, v. , p. 175-251.

PRADO, R. B.; BARCELLOS, T. B. C.; REGO, L. F. G.; DONAGEMMA, G. K.; TURETTA, A. P.. **Utilização de imagens de alta resolução para o mapeamento do uso e cobertura do solo na microbacias do córrego Pito Aceso - região de Mata Atlântica - RJ.** In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

PRADO, Hélio do. **Pedologia Fácil: aplicações em solos tropicais.** 4.ed. Piracicaba, : 2013. 284 p.

PRIEGO, A.G., BOCCO, G., MENDO, M., COTLER, H. e Garrido,A. **Propuesta para la generación de unidades de paisajes de manera semi-automatizada. Fundamentos y método.** In: Serie Planeación Territorial. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, 2008.

PRIMAVESI, O. ; FRIGHETTO, R. T. S. ; PEDREIRA, M. S. ; LIMA, M. A. DE ; BERCHIELLI, T. T. ; BARBOSA, P. F. . **Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras..** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n.3, p. 277-283, 2004.

PUIG, H.. **A floresta tropical úmida.** São Paulo: Imprensa Oficial: Ed. UNESP, 2008. 493 p.

RICKETTS, T.H. (2001). The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. American Naturalist, 158, 87-99.

RODRIGUEZ, J., SILVA, E.V.- **Para una interpretación epistemológica de la Geografía a partir de la Dialéctica;** Mercator, Revista de Geografía da UFC Ano 4, n.9, 2006, pp. 55–68

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. CAVALCANTI, A. P. . **Geoeecologia da Paisagem:uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 2. ed. Fortaleza: 2007. v.1. 222p .

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxionomia do relevo.** Revista do Departamento de Geografia da USP. São Paulo: n. 6. 1992. 17-29p.

ROSS, J. L. S.. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para Planejamento Ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006. v.1. 208 p.

SEABRA, V. S., CRUZ, C .B. M. e VICENS, R. S. **Mapeamento dos sistemas de relevo da bacia hidrográfica do Rio São João.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010.

SILVA, E. V. ; RODRIGUEZ, J. M. M. . **Geoeecologia da Paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos.** Revista Geográfica de America Central, v. 2, p. 1-12, 2011.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. **"A Classificação das Paisagens a partir de uma Visão Geossistêmica."** Mercator, Fortaleza, v. 1, n.1, p. 95-112, 2002.

SOUZA, M. L. DE . **O desafio metropolitano. Um estudo sobre a problemática sócio-espacial nas metrópoles brasileiras.** 2 ed. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. 360p .

TÁVORA, G. S. G., **Análise dos conflitos socioambientais na bacia do Pito Aceso, Bom Jardim - RJ.** (Monografia de conclusão de curso), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011, Rio de Janeiro, 67p.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. **Geossistemas.** Mercator – Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, ano 5, n.10, 2006.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977

TROLL, C. **A paisagem geográfica e sua investigação.** Espaço e cultura, Rio de Janeiro: UERJ, NEPEC, n. 2, p. 7, jun.1997.

TROUW, R.A.J.. **A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília Belt and the central Ribeira Belt, SE Brazil.** In: GONDWANA MEETING, 14. Búzios. CD-ROM, 2012

TUPINAMBÁ, M.. **Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira na região da Serra dos Órgãos.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 186 p. 1999

TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W. & HEILBRON, M.. **Neoproterozoic Western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, Soth-eastern Brazil.** *Revista Brasileira Geociências*, 3,7-11. 2000.

TURETTA, A. P. D. ; PRADO, R. B. ; SCHULER, A. E. . **Serviços ecossistêmicos no Brasil: do conceito à prática..** In: Prado, R.B.; Turetta, A.P.D.; Andrade, A.G. de.. (Org.). Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010, v.1, p. 239-254.

WASCHER, D.M. (ed.) (2005). **European Landscape Character Areas: Topologies. Cartography and Indicators for the Assessment of Sustainable Landscapes.** Final Project Report for the European Union's FP5 Landscape Character Assessment Initiative (ELCAI). 150 pp.

WICKHAM, J.D. AND NORTON, D. (1994). **Mapping and analyzing landscape pattern.** *Landscape Ecology*, 9, 7-23.

VANDEWALLE, M., SYKES, M.T. HARRISON, P.A., LUCK, G.W., BERRY, P., BUGTER, R., DAWSON, T.P., FELD, C.K., HARRINGTON, R., HASLETT, J.R., HERING, D., JONES, K.B., JONGMAN, R., LAVOREL, S., MARTINS DA SILVA, P., MOORA, M., PATERSON, J., ROUNSEVELL, M.D.A., SANDIN, L., SETTELE, J., SOUSA J.P. AND ZOBEL, M. **Review paper on concepts of dynamic ecosystems and their services.** Rationalising Biodiversity Conservation in Dynamic Ecosystems. The RUBICODE Project, 2009

VICENS, R. S. **Geografia da Paisagem e Ordenamento Territorial.** In: Jorge Luis Barbosa; Ester Limonad. (Org.). Ordenamento Territorial e Ambiental. Niterói: EdUFF, 2012, v. , p. 193-214.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. **Abordagem Sistêmica e Geografia.** *Geografia (Rio Claro)*, Rio Claro, v. 28, n.3, p. 323-344, 2003.

ANEXO I

EXEMPLO DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação							Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes	Manutenção de habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Informação estética
1.1.1												
1.2.1												
1.2.2												
5.2.1												
6.1.1												
7.2.1												
Legenda:	UC	2 = Moderada	3 = Muito Relevante									
	E= Estrutura da paisagem	UC = Uso e Cobertura	G= Geomorfologia	S= Solos								

ANEXO II

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR I)

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação						
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes
1.1.1	3/UC	2/UC	2/UC	3/E	3/UC	1/G	1/G
1.2.1	3/UC	3/UC	2/UC	1/E	3/UC	1/G	1/G
1.2.2	3/UC	3/UC	2/UC	1/E	3/UC	1/G	1/G
1.3.1	3/UC	3/UC	2/UC	1/E	2/UC	1/G	2/UC
1.3.2	3/UC	3/UC	2/UC	1/E	2/UC	1/G	2/UC
2.1.1	1/UC	1/G	3/E	1/E	1/UC	1/G	1/G
3.1.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	2/UC
4.1.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	3/UC	2/G	2/UC
4.1.2	3/UC	3/UC	2/E	2/E	3/UC	1/G	1/UC

4.2.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	3/UC	2/G	1/UC
4.2.2	3/UC	3/UC	3/E	2/E	3/UC	2/G	2/UC
5.1.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	2/UC
5.1.2	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	1/UC
5.1.3	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	2/UC
5.1.4	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	2/UC
5.2.1	2/UC	2/UC	2/E	2/E	2/UC	1/G	1/UC
6.1.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	3/UC	2/G	2/UC
6.1.2	3/UC	3/UC	2/E	2/E	3/UC	2/G	2/UC
6.1.3	3/UC	3/UC	2/UC	2/E	2/UC	1/G	2/UC
6.2.1	3/UC	3/UC	3/E	2/E	2/UC	3/G	3/UC
6.2.2	3/UC	3/UC	2/E	2/E	2/UC	3/G	2/UC
7.1.1	3/UC	3/UC	2/E	2/E	1/UC	3/G	3/UC
7.2.1	3/UC	3/UC	3/E	3/E	1/UC	3/G	3/UC

ANEXO II (CONTINUAÇÃO)

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR I)

Unidades da Paisagem	Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Manutenção de habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Informação estética
1.1.1	2/UC	1/G	2/UC	2/UC	2/UC
1.2.1	2/UC	1/G	2/UC	2/UC	2/UC
1.2.2	2/UC	1/G	2/UC	2/UC	2/UC
1.3.1	2/UC	1/G	2/UC	2/UC	2/UC
1.3.2	2/UC	1/G	2/UC	2/UC	2/UC
2.1.1	2/UC	1/G	2/UC	1/UC	3/G
3.1.1	2/UC	1/G	3/UC	2/UC	3/G
4.1.1	3/UC	2/UC	3/UC	2/UC	3/UC
4.1.2	2/UC	1/UC	3/UC	2/UC	1/UC
4.2.1	2. UC	2/UC	3/UC	2/UC	1/UC

4.2.2	3/UC	2/UC	3/UC	2/UC	3/UC
5.1.1	2/UC	3/UC	2, UC	2/UC	1/UC
5.1.2	2/UC	2/UC	3/UC	2/UC	1/UC
5.1.3	2/UC	3/UC	2/UC	2/UC	1/UC
5.1.4	2/UC	3/UC	2/UC	2/UC	1/UC
5.2.1	1/UC	2/UC	2/UC	2/UC	1/UC
6.1.1	3/UC	2/UC	3/UC	2/UC	1/UC
6.1.2	3/UC	2/UC	3/UC	2/UC	1/UC
6.1.3	3/UC	3/UC	2/UC	2/UC	1/UC
6.2.1	1/UC	2/UC	3/UC	1/UC	1/UC
6.2.2	3/UC	3/UC	2/UC	3/UC	1/UC
7.1.1	3/UC	3/UC	2/UC	1/UC	1/UC
7.2.1	3/UC	3/UC	2/UC	1/UC	1/UC

ANEXO III

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR II)

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação						
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes
1.1.1	1/UC	2/UC	3/E	1/E	1/E	2/UC	3/UC
1.2.1	1/E	1/E	3/E	3/E	2/E	1/UC	3/UC
1.2.2	1/E	1/E	3/E	2, E	2/E	2/G	3/UC
1.3.1	1/E	1/E	3/E	3/E	3, G	2/G	2/E
1.3.2	1/E	1/E	3/E	3,/G	2/S	2/G	2/E
2.1.1	1/G	1/G	1/G	1/G	2/S	2/G	1/G
3.1.1	1/E	2/UC	3/UC	3,/G	2/G	2/G	3/UC
4.1.1	2/UC	2/UC	3/UC	2/UC	2/G	2/G	3/E
4.1.2	1/UC	1/UC	2/E	1/UC	1/UC	2/G	2/UC

4.2.1	1/UC	1/UC	2/E	1/UC	1/UC	2/G	2/E
4.2.2	2/UC	2/UC	3, UC	2/UC	2/UC	2/G	3/UC
5.1.1	1,E	1/UC	2/UC	1/UC	1/UC	2/G	2/E
5.1.2	1,E	1/UC	2/UC	1/UC	2/UC	2/G	1/E
5.1.3	1,E	1/UC	2, E	1/UC	2/E	2/G	1/E
5.1.4	1,E	1/UC	1/E	1/UC	3/E	2/G	2/UC
5.2.1	1,E	1/G	1/G	2/E	2,UC	2/E	2/E
6.1.1	2/UC	2, UC	2/E	2/E	3/E	2/E	2/UC
6.1.2	2/UC	2, UC	2/E	2/E	3/E	2/E	2/UC
6.1.3	2/UC	1/UC	2/E	1/E	1/UC	2/E	2/E
6.2.1	2/UC	2, UC	3/E	3/E	3/E	3/E	3/E
6.2.2	1/UC	1/UC	1/UC	1/UC	2,UC	2/E	2/UC
7.1.1	3/E	1/UC	2/E	2/E	2/E	2/G	3/UC
7.2.1	3/E	1/UC	3/E	3/E	2/E	2/G	3/UC

ANEXO III (CONTINUAÇÃO)

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR II)

Unidades da Paisagem	Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Manutenção de habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Oportunidades da paisagem
1.1.1	2/E	2/UC	2/UC	1/E	3/UC
1.2.1	3/UC	2/UC	2/UC	1/UC	3/UC
1.2.2	3/UC	2/UC	2/UC	1/UC	3/E
1.3.1	3/E	2/UC	2/UC	1/UC	3/E
1.3.2	3/E	2/UC	2/UC	1/UC	3/E
2.1.1	3/E	1/UC	3/E	1/E	2/E
3.1.1	2/E	2/UC	G/2	1/E	2/E
4.1.1	3/UC	3/E	3/E	2/UC	2/E
4.1.2	2/E	2/E	1/E	1/UC	2/UC

4.2.1	2/E	2/E	1/UC	1/UC	2/UC
4.2.2	3/UC	3/E	3/UC	2/UC	3,UC
5.1.1	2/UC	3/E	1/E	2,UC	2/E
5.1.2	2/UC	2/UC	1/E	1/UC	2/UC
5.1.3	2/UC	3/UC	1/UC	2/UC	2/UC
5.1.4	2/UC	3/UC	1/UC	2/UC	2/UC
5.2.1	2/E	1/UC	1/UC	1/E	3/E
6.1.1	3/E	3/UC	2/UC	2/UC	3/E
6.1.2	3/E	3/UC	3/UC	2/UC	3/E
6.1.3	3/E	3/UC	1/E	2/UC	2/UC
6.2.1	2/UC	3/UC	3/UC	2/UC	3/E
6.2.2	2/UC	3/UC	1/E	2/UC	2/UC
7.1.1	2/UC	3/UC	3/UC	3/UC	2/UC
7.2.1	3/E	3/UC	3/UC	3/UC	2/UC

ANEXO IV

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR III)

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação						
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes
1.1.1	3/UC	3/E	3/G	1/E	2/G	1/G	1/G
1.2.1	3/UC	3/UC	3/G	1/E	2/G	1/G	1/G
1.2.2	3/UC	3/UC	3/G	1/E	2/G	1/G	1/G
1.3.1	3/UC	3/UC	3/G	1/E	2/G	1/G	2/G
1.3.2	3/UC	3/E	3/G	1/E	2/G	1/G	2/G
2.1.1	1/UC	1/G	1/G	1/E	1/G	1/G	1/G
3.1.1	3/E	2/E	3/G	1/E	2/G	1/G	2/G
4.1.1	3/E	3/E	3/G	2/UC	2/G	2/G	2/G
4.1.2	1/UC	1/UC	2/E	2/UC	1/UC	1/G	2/UC
4.2.1	1/UC	1/UC	2/E	2/UC	1/UC	1/G	2/UC

4.2.2	3/UC	3/UC	3/E	2/UC	3/E	2/G	3/G
5.1.1	2/S	1/UC	2/S	2/UC	1/E	1/G	2/E
5.1.2	2/UC	1/UC	2/S	2/S	1/E	1/G	2/E
5.1.3	2/UC	1/UC	2/S	2/S	1/E	1/G	2/E
5.1.4	2/UC	1/UC	2/S	2/S	1/E	1/G	2/E
5.2.1	2/S	1/UC	2/S	2/S	1/E	1/E	1/E
6.1.1	3/UC	3/UC	2/S	2/S	3/UC	2/G	2/G
6.1.2	3/UC	3/UC	2/S	2/S	3/UC	2/G	2/G
6.1.3	1/UC	1/UC	2/S	2/S	2/UC	2/G	1/G
6.2.1	3/UC	2/UC	3/E	2/S	3/UC	3/G	3/G
6.2.2	3/S	1/UC	2/E	2/S	3/UC	2/G	2/G
7.1.1	1/UC	2/UC	2/E	2/E	3/UC	3/E	2/G
7.2.1	1/UC	2/UC	3/E	3/E	3/UC	3/E	2/G

ANEXO IV (CONTINUAÇÃO)

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR III)

Unidades da Paisagem	Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Manutenção de habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Oportunidades da paisagem
1.1.1	3/E	1/G	2/G	1/G	1/G
1.2.1	3/E	1/G	2/G	1/G	1/G
1.2.2	3/E	1/G	2/G	1/G	1/G
1.3.1	3/E	1/G	2/G	1/G	1/G
1.3.2	3/E	1/G	2/G	1/G	1/G
2.1.1	3/E	1/G	3/E	1/G	2/G
3.1.1	3/E	1/G	3/UC	1/G	2/G
4.1.1	3/E	1/S	3/S	2/E	2/E
4.1.2	1/UC	2/UC	1/UC	1/UC	1/E
4.2.1	1/UC	1/S	1/UC	1/UC	1/E

4.2.2	3/UC	1/S	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.1	2/UC	3/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.2	1/UC	2/UC	1/UC	1/UC	1/E
5.1.3	2/E	2/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.4	2/E	2/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.2.1	1/UC	1/UC	1/UC	1/UC	1/UC
6.1.1	3/UC	1/UC	3/UC	2/UC	2/UC
6.1.2	3/UC	1/UC	3/UC	2/UC	2/E
6.1.3	1/UC	1/UC	2/UC	1/UC	2/E
6.2.1	3/UC	1/UC	3/UC	2/UC	2/E
6.2.2	1/UC	3/UC	1/UC	1/UC	2/E
7.1.1	1/UC	3/UC	2/UC	1/UC	2/E
7.2.1	1/UC	3/UC	1/UC	1/UC	2/E

ANEXO V

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR IV)

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação						
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes
1.1.1	1/G	3/G	3/UC	2/S	1/S	2/G	3/UC
1.2.1	1/G	3/G	3/UC	2/S	1/G	2/G	3/UC
1.2.2	2/S	3/G	3/UC	2/S	1/G	2/G	3/UC
1.3.1	1/G	2/G	3/UC	2/S	1/G	2/G	2/UC
1.3.2	2/S	2/G	3/UC	2/S	2/G	2/G	2/UC
2.1.1	1/E	3/G	1/G	1/S	1/G	2/G	2/UC
3.1.1	2, G	3/G	3/UC	2/S	2/S	2/G	2/UC
4.1.1	2/UC	2/G	3/UC	2/UC	2/S	2/G	2/UC
4.1.2	1/UC	2/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC

4.2.1	1/UC	2/G	2/UC	1/UC	2/S	1/G	2/UC
4.2.2	2/UC	2/G	3, UC	2/UC	2/S	2/G	2/UC
5.1.1	1/UC	1/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
5.1.2	1/UC	1/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
5.1.3	1/UC	1/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
5.1.4	1/UC	1/G	2/UC	1/UC	3/S	2/G	2/UC
5.2.1	1/E	1/G	2/S	1/UC	2, S	2/G	2/G
6.1.1	3/UC	2/G	2/UC	2/UC	3/S	2/G	2/UC
6.1.2	3/UC	2/G	2/UC	2/UC	3/S	2/G	2/UC
6.1.3	1/UC	2/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
6.2.1	2/UC	2/G	3/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
6.2.2	1/UC	2/G	2/UC	1/UC	2/S	2/G	2/UC
7.1.1	2/UC	1/G	2/S	2/S	1/S	3/G	2/G
7.2.1	2/UC	1/G	2/S	2/S	1/S	3/G	2/G

ANEXO V (CONTINUAÇÃO)

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR IV)

Unidades da Paisagem	Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Manutenção de habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Oportunidades da paisagem
1.1.1	3/G	3/UC	2/UC	2/E	2/E
1.2.1	3/G	3/UC	2/UC	2/E	2/E
1.2.2	2/G	3/UC	2/UC	2/E	2/E
1.3.1	2/G	3/UC	2/UC	2/E	2/E
1.3.2	2/G	3/UC	2/UC	2/E	2/E
2.1.1	3/G	1/UC	2/UC	2/E	3/E
3.1.1	2/G	3/UC	3/UC	2/E	3/E
4.1.1	2/UC	2/UC	2/S	2/E	2/E
4.1.2	2/UC	2/UC	1/UC	2/E	1/E

4.2.1	2/UC	2/UC	1/UC	2/E	1/E
4.2.2	3/UC	2/UC	3/UC	2/E	2/E
5.1.1	2/UC	2/UC	1/UC	2/E	1/E
5.1.2	2/UC	2/UC	2/UC	2/E	1/E
5.1.3	2/UC	3/UC	1/UC	1/E	1/E
5.1.4	2/UC	3/UC	1/UC	1/E	1/E
5.2.1	2/UC	2/UC	2/UC	1/E	1/E
6.1.1	3/UC	2/UC	3/UC	2/E	2/E
6.1.2	3/UC	2/UC	2/UC	2/E	2/E
6.1.3	2/UC	1/UC	1/UC	1/E	2/E
6.2.1	3/UC	2/UC	3/UC	2/E	2/E
6.2.2	2/UC	1/UC	2/UC	1/E	1/E
7.1.1	2/UC	1/UC	1/UC	1/E	1/E
7.2.1	2/UC	1/UC	2/UC	1/E	1/E

ANEXO VI

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR V)

Unidades da Paisagem	Funções de Regulação						
	Regulação de Gases	Regulação do Clima	Regulação do ciclo da água	Armazenamento da água	Retenção do solo	Formação do Solo	Regulação dos Nutrientes
1.1.1	3/E	3/E	2/G	1/G	1/G	1/G	1/UC
1.2.1	3/E	3/E	2/G	1/G	1/G	1/G	1/UC
1.2.2	3/E	3/E	2/G	1/G	1/G	1/G	1/UC
1.3.1	3/E	3/E	2/G	1/G	1/G	1/G	2/UC
1.3.2	3/E	3/E	2/G	1/G	1/G	1/G	2/UC
2.1.1	1/G	1/G	1/G	1/G	1/G	1/G	1/G
3.1.1	3/E	3/E	3/G	1/G	1/G	1/G	2/G
4.1.1	3/E	2/E	3/G	2/UC	2/S	2/G	2/G
4.1.2	1/UC	1/UC	2/UC	2/UC	1/UC	2/G	1/UC

4.2.1	1/UC	1/UC	2/UC	2/UC	1/UC	2/G	1/UC
4.2.2	3/UC	2/E	3/E	2/UC	3/E	2/G	3/G
5.1.1	1/S	1/UC	2/UC	2/UC	2/E	2/G	2/G
5.1.2	1/UC	1/UC	2/UC	2/S	1/E	2/G	2/G
5.1.3	1/UC	1/UC	2/UC	2/S	2/E	2/G	2/G
5.1.4	1/UC	1/UC	2/UC	2/S	1/E	2/G	2/G
5.2.1	1/S	1/UC	2/UC	2/S	2/E	1/E	1/E
6.1.1	3/UC	3/UC	2/UC	2/S	2/UC	2/G	2/G
6.1.2	3/UC	3/UC	2/UC	2/S	2/UC	2/G	2/G
6.1.3	1/UC	1/UC	2/UC	2/S	1/UC	2/G	1/G
6.2.1	3/UC	3/UC	3/E	2/S	3/E	3/G	3/G
6.2.2	3/S	1/UC	2/E	2/S	3/E	2/G	2/G
7.1.1	1/S	1/UC	2/E	2/E	3/E	3/E	3/G
7.2.1	1/S	1/UC	3/E	3/E	3/E	3/E	3/G

ANEXO VI (CONTINUAÇÃO)

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (PESQUISADOR V)

Unidades da Paisagem	Funções de Habitat	Função de Produção			Funções de Informação
	Manutenção de Habitat	Alimento	Recursos Genéticos	Matéria Prima	Oportunidades da paisagem
1.1.1	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
1.2.1	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
1.2.2	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
1.3.1	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
1.3.2	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
2.1.1	2/E	1/G	2/E	1/G	2/G
3.1.1	2/E	1/G	2/G	2/G	2/G
4.1.1	3/E	2/S	2/S	2/E	2/E
4.1.2	1/UC	2/UC	1/UC	2/UC	1/UC

4.2.1	1/UC	2/UC	1/UC	2/UC	1/UC
4.2.2	3/UC	2/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.1	2/E	3/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.2	1/UC	2/UC	1/UC	2/UC	1/UC
5.1.3	2/UC	3/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.1.4	2/UC	3/UC	3/UC	2/UC	2/UC
5.2.1	1/UC	2/UC	1/UC	1/UC	1/UC
6.1.1	3/E	2/UC	2/UC	2/UC	2/UC
6.1.2	3/E	2/UC	2/UC	2/UC	2/UC
6.1.3	1/UC	2/UC	1/UC	1/UC	2/UC
6.2.1	1/UC	2/E	3/UC	3/UC	2/UC
6.2.2	1/UC	3/UC	2/UC	1/UC	2/UC
7.1.1	1/UC	3/UC	2/UC	1/UC	2/UC