



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**PLANEJAMENTO DO USO RACIONAL DOS RECURSOS NATURAIS  
DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO VAL PARAÍSO-PB,  
ATRAVÉS DE MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**SILVANA FERNANDES NETO**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2009**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**SILVANA FERNANDES NETO**

**PLANEJAMENTO DO USO RACIONAL DOS RECURSOS NATURAIS  
DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO VAL PARAÍSO-PB,  
ATRAVÉS DE MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de “Mestre em Recursos Naturais”. Área de concentração: Sociedade e Recursos Naturais. Linha de pesquisa: Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.

**Orientadores:** Prof. Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy (UFPG) e Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina (UFPA)

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2009**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F363p

2008 Fernandes Neto, Silvana

Planejamento do uso racional dos recursos naturais da microbacia hidrográfica do riacho Val Paraíso-PB, através de mapeamento geoambiental / Silvana Fernandes Neto.- Campina Grande, 2009.

106f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof. Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy e Prof. Dr. Luis Eduardo de Sousa Robaina.

1. Mapeamento Integrado. 2. Planejamento Ambiental. 3. Unidades Geoambientais. I. Título.

CDU – 556.51(043)

---

Todos os direitos autorais reservados a Silvana Fernandes Neto. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser realizada com autorização por escrito da autora.

Endereço Eletr.: [silfeneto@yahoo.com.br](mailto:silfeneto@yahoo.com.br)

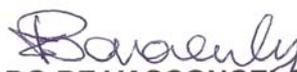
---

**SILVANA FERNANDES NETO**

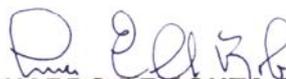
**PLANEJAMENTO DO USO RACIONAL DOS RECURSOS NATURAIS DA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO VAL PARAÍSO-PB, ATRAVÉS DE  
MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL**

APROVADO EM: 17 / 02 / 2009

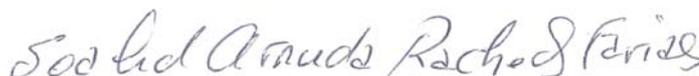
**BANCA EXAMINADORA**



**Dr. JOSÉ GERALDO DE VASCONCELOS BARACUHY**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



**Dr. LUIS EDUARDO DE SOUZA ROBAINA**  
Departamento de Geociências – DG  
Centro de Ciências Naturais e Exatas – CCNE  
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM



**Dra. SOAHD ARRUDA RACHED FARIAS**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



**Dr. JÓGERSON PINTO GOMES PEREIRA**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

## AGRADECIMENTOS

- ... a Deus, pois sem sua ajuda, nada teria sido possível;
- ... ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande/PB, pela oportunidade de aperfeiçoamento;
  - ... a CAPES, pelo apoio financeiro aos meus estudos;
  - ... a minha família, pela compreensão de minha ausência e incentivo;
- ... ao Professor José Geraldo de Vasconcelos Baracuchy, por ter aceitado me orientar, amizade, incentivo e sabedoria em transmitir seus conhecimentos
- ... ao Professor Luis Eduardo de Souza Robaina, pela dedicação, amizade, incentivo e paciência em transmitir seus conhecimentos;
- ... aos amigos Monte Alverne Sampaio e Vânia V. Sampaio, pelo incentivo e apoio, principalmente, na fase de adaptação na Paraíba;
- ... aos meus amigos e colegas Susane Ribeiro, Bruno S. de Abreu, Geraldo M. Baracuchy Neto, Patrícia S. de Araújo, Djane Fonseca e Sérgio H. G. Fernandes, sempre presentes, ou mesmo ausentes, apoiando e incentivando com muito carinho;
- ... aos colegas e amigos do Laboratório Interdisciplinar de Ciências Agroambientais LICTA/UFCG, pelo incentivo, compreensão e amizade.
- ... aos colegas e amigos do Laboratório de Geologia Ambiental – LAGEOLAM/UFSM, pelo incentivo e amizade.
- ... aos demais amigos, que de alguma forma me deram apoio e me incentivaram;

MUITO OBRIGADA A TODOS!

FERNANDES NETO, Silvana. **Planejamento do Uso Racional dos Recursos Naturais da Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso-PB, Através de Mapeamento Geoambiental**. 2009, 117p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande.

## RESUMO

O estudo busca, através da elaboração de um mapa geoambiental, integrar informações sobre drenagem, relevo, geologia, solos, geomorfologia, feições superficiais, uso da terra, áreas de preservação permanentes e áreas de uso conflitantes, referentes a microbacia hidrográfica do riacho Val Paraíso – PB, a fim de contribuir na elaboração de estratégias e ações que possam desencadear um futuro processo de planejamento ambiental e gestão. A abordagem teórica-metodológica neste estudo foi baseada em uma visão holística, buscando na teoria dos sistemas uma síntese dos multicomponentes integrados em uma análise geoambiental. A microbacia Val Paraíso pertence à sub-bacia do Rio do Peixe e compreende uma área de 7.962,97ha, estando localizada na porção noroeste do estado da Paraíba, semiárido nordestino. Esta região apresenta graves processos de degradação ambiental associados à própria fragilidade natural e a ação antrópica. O mapa geoambiental foi elaborado através do Sistema de Informações Geográficas IDRISI 32, desenvolvido pela Clark University (1994), com base em carta topográfica, imagem do sensor *QuickBird* datada de 2004, mapas auxiliares e trabalhos de campo. A microbacia é composta por rochas cristalinas e sedimentares, com solos que, em sua grande maioria, apresentam problemas com drenagens, teores elevados de argila e sais. A topografia varia entre leve ondulada a ondulada, apresentando problemas com deterioração ambiental e usos diferenciados. Cerca de 50% da área da microbacia é propícia para o cultivo agrícola e pastagens, porém a região sofre com escassez de água e de vegetação nativa. A partir da análise dos atributos do meio físico e a integração dos mesmos, foi possível estabelecer sete unidades geoambientais, com a apresentação de suas fragilidades e potencialidades locais. Estas unidades foram representadas em um Mapa Geoambiental.

### **Palavras-chaves:**

Mapeamento integrado; planejamento ambiental; unidades geoambientais

FERNANDES NETO, Silvana. **Planning the Rational Use of Natural Resources of the Watershed of Val Paradise in Paraíba State, Through Mapping Geoambiental**. 2009, 117p. Dissertation (Master of Natural Resources). Campina Grande. Federal University of Campina Grande.

### **ABSTRACT**

The study aims, through the elaboration of a geoambiental map, include drainage information, topography, geology, soils, geomorphology, surface features, land use, permanent preservation areas and conflicting using areas, watershed for the creek Val Paraiso - PB, to help in developing strategies and actions that may trigger a future process of environmental planning and management. The theoretical and methodological approach in this study was based on a holistic view, looking at the theory of a synthesis of multicomponent systems in an integrated geoambiental analysis. The watershed Val Paradise belongs to sub-basin of the Rio do Peixe and comprises an area of 7,962.97 ha and is located in the northwest portion of the Paraíba state, northeastern semiarid. This region shows serious cases of environmental degradation associated with the fragile natural and anthropogenic. The map was prepared by geoambiental Geographical Information System IDRISI 32, developed by Clark University (1994), topographic based maps, the image sensor Quickbird dated 2004, auxiliary maps and field work. The watershed is composed of sedimentary and rocks crystalline, with soil that, in most, have problems with drainage, high levels of clay and salts. The topography varies from mild to undulating wavy, showing problems with different uses and environmental deterioration. About 50% of the watershed area is conducive for agriculture and grazing, but the region suffers from shortage of water and native vegetation. An analysis of the attributes of the physical environment and integration of these seven were established geoambientais, with the presentation of its weaknesses and potential locations. These units were represented by a Geoambiental Map.

#### **Keywords:**

Integrated mapping, environmental planning; units geoambientais

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Mapa de localização da microbacia hidrográfica riacho Val Paraíso	27
Figura 02. Climatologia dos municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa/ PB.	29
Figura 03. Fluxograma com as etapas da pesquisa	33
Figura 04. Mapa da rede de drenagem da microbacia Val Paraíso	46
Figura 05. Mapa Geológico da microbacia Val Paraíso	49
Figura 06. Mapa de uso da terra da microbacia Val Paraíso	51
Figura 07. Imagem com cultivo de capim para forragem	52
Figura 08. Imagem com cultivo de frutíferas - coco-da-baía e goiabeira	53
Figura 09. Imagens apresentando a vegetação típica da caatinga	53
Figura 10. Imagens apresentando a presença de carnaúbas	54
Figura 11. Imagens apresentando solo pedregoso, utilizado para pastoreio do gado	55
Figura 12. Imagens com a presença de arenitos com estratificação plano- paralela.	55
Figura 13. Imagem com a representação de açudes presentes na microbacia Val Paraíso.	56
Figura 14. Imagens apresentando afloramento rochoso	56
Figura 15. Imagens apresentando processos erosivos avançados em meia encosta	57
Figura 16. Imagem com processo erosivo causado pelo uso incorreto do solo	57
Figura 17. Imagem apresentando uma via de acesso e uma residência da microbacia Val Paraíso	58
Figura 18. Mapa de uso da terra da microbacia Val Paraíso	60
Figura 19. Mapa das áreas de usos conflitantes na microbacia Val Paraíso	62
Figura 20. Mapa de Solos da microbacia Val Paraíso	64
Figura 21. Mapa Hipsométrico da microbacia Val Paraíso	68
Figura 22. Mapa de Declividade da microbacia Val Paraíso	71
Figura 23. Mapa de Unidades de Relevo da microbacia Val Paraíso	73
Figura 24. Mapa das Feições Superficiais marcantes na microbacia	77
Figura 25. Afloramento rochoso em forma de lajedo e em blocos	78
Figura 26. Processo erosivo junto a drenagem e meia encosta	79
Figura 27. Escarpa de contato entre rochas do cristalino e sedimentar	79
Figura 28. Imagem apresentando os açudes e barreiros	80
Figura 29. Mapa das Unidades Geomorfológicas da microbacia Val Paraíso	81
Figura 30. Mapa das Unidades Geoambientais da microbacia Val Paraíso	88

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 01. Resumo das Unidades com suas potencialidades e fragilidades	86
------------------------------------------------------------------------	----

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 01. Parâmetros da rede de drenagem da microbacia Val Paraíso	43
TABELA 02. Setorização da microbacia Val Paraíso	45
TABELA 03. Geologia encontrada na área da microbacia Val Paraíso	48
TABELA 04. Área total e distribuição percentual das classes de usos de solo da microbacia riacho Val Paraíso	51
TABELA 05. Dados referentes às áreas de preservação permanentes (APPs)	59
TABELA 06. Áreas de uso conflitante, ou em desacordo com a legislação vigente.	61
TABELA 07. Tipos de solos encontrados na microbacia Val Paraíso	63
TABELA 08. Características do relevo da microbacia do Val Paraíso	66
TABELA 09. Classes de intervalos altimétricos - hipsometria	67
TABELA 10. Classes de declividades e tipos de relevos da microbacia.	70
TABELA 11. Classes de declividades por unidade de relevo	74
TABELA 12. Quantificação das unidades geomorfológicas da microbacia	80
TABELA 13. Unidades Geoambientais da microbacia	85

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	ix
SUMÁRIO	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISAO DE LITERATURA	4
2.1. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento	4
2.2. Estudos de Relevô	7
2.3. A Geologia e sua relação com o relevo e solos	10
2.4. Estudos Geomorfológicos	12
2.5. Estudos ambientais	14
2.6. Uso da Terra e sua Capacidade de Uso	16
2.7. Conflitos de Usos	19
2.8. Degradação Ambiental	22
2.9. Uso do Sensoriamento Remoto	24
3. MATERIAIS E METODOS	27
3.1. Localização da área	27
3.2. Procedimentos Metodológicos	30
3.3. Elaboração de Mapas	34
3.3.1. <i>Mapa da rede de drenagem</i>	34
3.3.2. <i>Mapa Hipsométrico</i>	36
3.3.3. <i>Mapa de Declividade ou Clinográfico</i>	36
3.3.4. <i>Mapa de Unidades de Relevô</i>	37
3.3.5. <i>Mapa de Solos</i>	38
3.3.6. <i>Mapa Geológico</i>	38
3.1.7. <i>Mapa de Uso e Ocupação</i>	39
3.3.8. <i>Mapa das Áreas de Preservação Permanente</i>	40
3.3.9. <i>Mapa das Áreas de Conflito de Usos</i>	40
3.3.10. <i>Mapa de Feições Superficiais e características ambientais marcantes</i>	41
3.3.11. <i>Mapa das Unidades Geomorfológicas</i>	41
3.3.12. <i>O Mapa de Unidades Geoambientais</i>	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Parâmetros de Drenagem	43
4.2. Caracterização Geológica	46
4.3. Uso e Ocupação do Solo	50
4.4. Áreas de Preservação Permanente	58
4.5. Áreas de Uso Conflitante	61
4.6. Características Pedológicas	63
4.7. Características do Relevô	66
4.8. Hipsometria	67
4.9. Declividade	69
4.10. Unidades de Relevô	72

4.11. Feições Superficiais	76
4.12. Unidades Geomorfológicas	80
5. INTEGRAÇÃO DOS DADOS GEOGRÁFICOS PARA ANÁLISE AMBIENTAL	85
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95
6.1. Conclusões	95
6.2. Sugestões e Recomendações	95
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos naturais pelo homem vem progredindo desde o uso do fogo. O homem começou agir sobre ambientes frágeis, impondo o uso e a exploração do espaço natural, através de práticas, muitas das quais inadequadas, acelerando os processos de deterioração ambiental.

A dependência das civilizações com os recursos sempre foi marcante e nesses últimos séculos, o aumento da população e a demanda por recursos naturais têm comprometido gerações futuras.

O ser humano interfere no meio ambiente, criando novas situações ao construir e reordenar os espaços físicos de acordo com seus interesses. As modificações no ambiente natural alteram o equilíbrio da natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, Ross (2001).

O conhecimento das características e a dinâmica do meio físico, bem como de suas interações perante as múltiplas atividades humanas no ambiente, são fundamentais para a compreensão do meio natural, permitindo assim, que estas interações ocorram de modo inteligente, reduzindo os impactos, ajudando na busca de soluções para os problemas já existentes, e promovendo o desenvolvimento sustentável.

A falsa idéia de que nosso ambiente possui riquezas infinitas, e a não consideração e/ou desconhecimento do tempo geológico necessário para a natureza se recompor, faz com que a sociedade se aproprie dos recursos naturais, muitas vezes de maneira inadequada acarretando um desequilíbrio do ambiente.

É sabido que se a ocupação das terras com vocação agrícola se estabeleceu como a necessidade do crescimento econômico, a destruição das matas, não se fez e faz unicamente sob o império da necessidade, mas sim, muitas vezes, em função do desconhecimento, desrespeito ou ignorância para com as leis que visam manter áreas destinadas à preservação de recursos críticos à sociedade.

Na realidade, nos deparamos com as dificuldades de resolver problemas ambientais, uma vez que as soluções contrariam o atual sistema produtivo. A história da humanidade, sempre registrou a importância do meio ambiente e, principalmente, da consequência de sua preservação, no entanto, a par de todas as conquistas científicas e tecnológicas alcançadas, ainda não se encontrou uma forma

efetiva de proteção ao meio, nem a maneira adequada de gerenciar as relações entre as cadeias produtivas e seu impacto na qualidade de vida da sociedade.

Nesse sentido, é imprescindível a adoção de uma unidade de pesquisa, gestão e planejamento, que integre ou incorpore elementos, tanto naturais como sociais, que permitam estudos abrangentes capazes de retratar a realidade local, e para isto, tem-se a Bacia Hidrográfica, reconhecida mundialmente devido a sua complexidade e que permite tais estudos.

Portanto, a exploração dos recursos naturais e suas conseqüências nos remetem a uma grande discussão que abrange vários segmentos da sociedade. Este processo de apropriação e exploração ambiental demanda estudos detalhados que contemplem as necessidades de se conhecer o espaço natural e permitam ou subsidiem as bases para diferentes aplicações práticas de planejamento e desenvolvimento regional.

A ciência geomorfológica, por definição, identifica, classifica e analisa as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais. Aplicada à interpretação dos dados competentes a Geomorfologia, a Cartografia é capaz de gerar subsídios para o entendimento dos processos atuantes sobre os ambientes, espacializando as informações e garantindo uma forma de representação dos processos ocorridos em uma região. Ainda a representação, possibilita traçar estratégias de ações, bem como medidas mitigadoras que permitam tomadas de decisão.

Resulta todo esse processo em um mapeamento Geoambiental que tem como rotina fundamental a divisão de uma área em unidades homogêneas, de acordo com a variação de seus atributos e estes por sua vez devem compartilhar respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

As características geoambientais representam os elementos naturais que compõem o meio físico, sendo a geologia, solos e relevo, a base para o entendimento da estruturação e organização do espaço. Assim, a elaboração de um estudo voltado ao planejamento geoambiental vem contribuir na seleção de áreas naturais de acordo com suas potencialidades e fragilidades.

Na região semi-árida do nordeste brasileiro, destaca-se uma importante peculiaridade, que é a alta densidade demográfica da região, a qual representa ser uma das mais altas do mundo para esse tipo de ambiente (AB'SABER, 1985, p.44). Associado a isto, há o problema da existência de uma estrutura fundiária rígida, na

qual se desenvolvem atividades agropecuárias com baixo nível tecnológico, que inevitavelmente leva a práticas agrícolas predatórias e, conseqüentemente, à degradação ambiental.

Dentro deste contexto, tem-se a microbacia hidrográfica riacho do Val Paraíso, localizada na porção noroeste do estado da Paraíba, entre os municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa. Por estar inserida no semiárido nordestino, vem sofrendo com problemas ambientais relacionados a solos imperfeitamente drenados, presença de sais, baixo potencial hídrico subterrâneo e processos erosivos, tudo isto relacionado também com o uso e ocupação do solo.

Ainda nesta região do Estado, existe uma carência de estudos com mapeamentos detalhados que a contemple e permita avaliar os aspectos físicos da região apontando as fragilidades e as potencialidades dos recursos naturais existentes, o que induz a necessidade de se realizar estudos integrados do meio físico nesta área.

A presente pesquisa tem por objetivo realizar o mapeamento de unidades geoambientais, na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso-PB, através da integração de dados físicos definidores da paisagem, utilizando como ferramenta o uso de geoprocessamento, visando contribuir para um planejamento do uso racional e ainda na elaboração de estratégias e ações que possam desencadear futuro processo de gestão.

Apresenta ainda como objetivos específicos, adequar para a realidade local um conjunto de metodologias que viabilizem ou facilitem a elaboração de uma série de mapas temáticos auxiliares a elaboração do mapa geoambiental, sendo: mapa hidrográfico, hipsométrico, de declividade, litológico, de solos, de unidades de relevo, geomorfológico, de feições superficiais e características ambientais marcantes, uso e ocupação, áreas de conflito e por fim o mapa Geoambiental da microbacia Val Paraíso.

É condição primária para que se tenham decisões sobre a implementação de ações de convivência com a seca, o conhecimento prévio e básico das características do meio, para que se possam definir alternativas viáveis, garantindo para as regiões, métodos de utilização do meio de forma sustentável, que foi objeto desta dissertação.

## 2. REVISAO DE LITERATURA

### 2.1. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento

Nas últimas décadas, estudos voltados ao meio ambiente tornaram-se de grande importância no contexto nacional e mundial, devido à crescente exploração irracional dos recursos naturais. Dessa forma, um espaço muito utilizado para estudos voltados ao meio físico foi e ainda é a Bacia Hidrográfica.

A Bacia Hidrográfica começou a ter ênfase no contexto nacional, a partir da década de 80 quando o governo federal, através do Decreto nº 94.076, de 05 de março de 1987, instituiu o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH). O mesmo visava promover adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis.

Foi a partir do PNMH que novos interesses e estudos começaram a surgir, e o termo de Bacia Hidrográfica, se expandiu como sendo “... *uma área drenada por um curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada*”.

Esse Plano reforçou a importância da utilização dessas áreas como unidade de estudo para análise ambiental, enfatizando as preocupações com os ecossistemas locais, despertando muitos estudos e também a formação de comitês para discussões de questões referentes a gestão das águas e Manejo de Bacias Hidrográficas no Brasil.

A Bacia Hidrográfica como unidade básica de planejamento foi determinada em 1997 pela Lei 9.433 que definiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Ainda na elaboração desta Lei foram considerados princípios, para a gestão dos recursos hídricos, dentre os quais se tem a consideração dos usos múltiplos da água, o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável e o reconhecimento do valor econômico do recurso entre outros.

A adoção de Bacia Hidrográfica como unidade de conservação dos recursos naturais está relacionada a possibilidade de avaliar, em uma determinada área geográfica, o seu potencial de desenvolvimento e a sua produtividade biológica, determinando as melhores formas de seu aproveitamento, com o mínimo de impacto ambiental. Na prática, a utilização do conceito de Bacia Hidrográfica consiste na

determinação de um espaço físico funcional, sobre o qual devem ser desenvolvidos mecanismos de gerenciamento ambiental na perspectiva do desenvolvimento ambiental sustentável (PIRES *et al.*, 2002: p.21).

Botelho (1995, p.478) destaca que a escolha de bacia hidrográfica como unidade de estudo, permite se ter uma visão integrada dos processos atuantes, sendo a mesma, delimitada pela própria natureza e não imposta pelo homem, a menos que o mesmo modifique algum parâmetro natural.

Muitos pesquisadores sendo Chorley, Schumm, Cooke e Doornkamp, Lombardi Neto *et al.*, Resende *et al.* (*apud* BOTELHO, 1999: p269), chamam atenção para a bacia hidrográfica como unidade natural de análise de superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação. Compreendendo dessa forma, a bacia hidrográfica passa também a representar uma unidade ideal de planejamento de uso das terras.

Na concepção de Tundisi *et al.* (1988, p 314), a bacia hidrográfica é:

“uma unidade importante na investigação científica, treinamento e uso integrado de informações para demonstração, experimentação, observação em trabalho real de campo. Uma Bacia pode ser utilizada como laboratório natural em que a contínua e reforçada atividade estimulada o desenvolvimento de interfaces e aumenta progressivamente a compreensão de processos e fenômenos de uma forma globalizada e não compartimentalizada”.

A análise de uma bacia hidrográfica se caracteriza por ser uma abordagem sistêmica que envolve diversos aspectos, pois oferece poderoso instrumento para dar conta das situações ambientais de sempre crescente magnitude temporal e espacial e para reduzir as áreas de incerteza cada vez mais complexas nas situações de tomada de decisão (GREGORY, 1992: p.228).

Coimbra (1995) considera a bacia hidrográfica como um sistema aberto, com entrada e saída de energia uma vez que a água se interrelaciona com outros recursos, sendo o solo, vegetação, litologia e estrutura das rochas, não podendo ser separada do meio ambiente e que qualquer mudança nele introduzida poderá afetar sua quantidade e qualidade. Com isto o autor destaca a bacia hidrográfica como “*uma unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer*

*e estudar as interrelações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação”.*

O sistema de análise de bacias hidrográficas permite uma avaliação contígua e eficiente do complexo ambiental, as unidades bacias hidrográficas *“integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas envolvidas”* (CUNHA & GUERRA, 1998).

Christofoletti (2004: p.92), ressalva ainda que os sistemas complexos são:

“definidos como um conjunto de grande quantidade de elementos interligados, com capacidade de trocar informações com seu entorno condicionante, possuindo também a capacidade de adaptar sua estrutura interna como sendo conseqüências ligadas a tais interações”.

Tyson (1995) *apud* BARACUHY (2001: p.15) diz que:

“em regiões onde os recursos solo e água são escassos, regiões áridas e semi-áridas, por exemplo, o manejo integrado de bacias hidrográficas é essencial devido à complexidade das interações entre esses recursos e apresenta ponto de vista para que se possa alcançar um manejo sustentável nessas bacias hidrográficas, entre eles são discutidos: metodologia incluindo manejo e planejamento do uso do solo; exatidão na taxação dos recursos hídricos a nível regional, nacional e global; avaliação econômica e ambiental envolvendo os aspectos custos e benefícios; prevenção de poluição; educação ambiental com treinamento para o profissional e para o público em geral”.

O Manejo Integrado de Bacia Hidrográfica visa à recuperação ambiental conduzindo ao equilíbrio dos ecossistemas e a sustentabilidade dos recursos naturais renováveis (FABIAN & TORRES, 2003)

Assim, a utilização de bacia hidrográfica como unidade de referência para o desenvolvimento de atividades vinculadas a planejamento e gestão ambiental, bem como para estudos que leve a compreensão do meio físico, constitui-se numa das iniciativas tomadas na busca do gerenciamento harmônico do ambiente.

## 2.2. Estudos de Relevo

Relevo terrestre pode ser definido como conjunto de formas da superfície terrestre resultantes da ação de agentes endógenos e exógenos (GUERRA & GUERRA, 1997).

Os processos endógenos de formação do relevo são aqueles ligados à dinâmica estrutural da crosta terrestre, podendo ser notados de forma ativa, no caso dos abalos sísmicos, vulcanismos, dobramentos e soerguimentos de plataformas, por exemplo, ou de forma passiva, através da resistência litológica à ação dos processos exógenos de formação do relevo. Já os processos exógenos ou agentes erosivos são ligados à dinâmica externa, ou seja, às características climáticas que no presente e ao longo do passado geológico, através da ação química e mecânica da água (intemperismo), do vento e de variações térmicas, foram responsáveis pela esculturação do modelado do relevo (FERNANDES NETO, 2007).

Para Machado & Bacaro (2003:2) o relevo é

“o resultado da estruturação geológica, de toda uma movimentação tectônica, que remonta aos primórdios do planeta Terra, a partir da formação dos crátons e a ação contínua das mudanças climáticas pelas quais a Terra em seus 4,5 bilhões de anos vem se alterando. Somadas a estas atividades naturais entra em ação o homem moderno, com tecnologia capaz de alterar grandes estruturas morfológicas, desviar cursos fluviais, represar rios e modificar com grande intensidade todo um ecossistema”.

O relevo é caracterizado desde os topos de morros, formando os divisores de águas nas partes mais altas do entorno da microbacia, até o talvegue na linha sinuosa no fundo de vale, nas partes mais baixas por onde flui a água, na rede de drenagem ou canais fluviais (RODRIGUES, 2008).

Um dos principais agentes configuradores do relevo é a atuação dos processos erosivos associados à formação litológica, ao longo do tempo geológico. Os processos e seus mecanismos ativadores, bem como as condições predisponentes para ação dos mesmos são variáveis e específicos para cada região. Geralmente, estes dependem de uma gama de fatores naturais como o clima, as condições de relevo, a natureza do terreno (substrato rochoso e materiais inconsolidados) e a cobertura vegetal (RODRIGUES & NISHIYAMA, 2001).

Para Suertegaray (2002), o relevo, sendo constituinte da paisagem geográfica, deve ser entendido como um recurso natural imprescindível para uma gestão ambiental adequada. Nesse sentido, enquanto integrante da paisagem, constitui-se em um importante parâmetro a ser analisado.

Segundo Assad & Sano (1998):

“a primeira etapa de trabalho envolvida no planejamento ambiental é o diagnóstico da bacia hidrográfica, obtido através da caracterização fisiográfica... e das práticas de manejo atualmente utilizadas.” A caracterização fisiográfica, na qual se referem os autores são os solos, o relevo, a vegetação e o uso da terra.

Ross (2001) defende a importância dos levantamentos que incluem as formas de relevo, parâmetros do meio físico, pois segundo o autor:

“servem como instrumento para análise e compreensão do meio e para a realização de planejamentos, que visem a busca de um desenvolvimento integrado entre o homem e natureza. Nessa perspectiva, relata ainda que o estudo geomorfológico de uma área servem como base para o desenvolvimento de futuras pesquisas, tanto de potencialidade de uso agrícola como de uso urbano, pois diz que um estudo desta natureza fornece as informações primárias para qualquer outro estudo de caso”.

Conforme Christofolletti (2002) a morfometria do relevo, obtida através do levantamento e análise de parâmetros físicos da área, apresenta-se como um subsidio ao planejamento do uso do solo, ordenando as intervenções antrópicas, de modo minimizar os impactos ambientais.

A morfometria do relevo pode ser caracterizada analiticamente através dos parâmetros: declividade; altitude, amplitude altimétrica, razão de relevo e fator de forma, de acordo com (RODRIGUES & CARVALHO, 2004).

Villela & Mattos (1975) afirmam que a declividade de uma bacia hidrográfica tem importância fundamental na velocidade de escoamento superficial e, portanto, com fortes implicações no processo de erosão dos solos.

Baratto (1994: p.47) recomenda a elaboração de um mapa de declividade para as bacias hidrográficas a fim de que se determine o correto uso da terra, o que é fundamental para o planejamento de técnicas conservacionistas.

Sanchez (1993) considera a construção de mapas morfométricos como uma técnica relevante, utilizada no planejamento ambiental. É um instrumento que permitem a análise quantitativa do relevo, levando a identificação de áreas de fragilidade ambiental, áreas que devem ter cuidado em seu uso. Por isso o desenvolvimento dos levantamentos geomorfológicos leva a compilação de mapas, que servem para compreender a relação entre o relevo, o solo e a rocha na distribuição espacial em uma determinada área.

Christofoletti (1999: p.173) esclarece que o sistema da bacia hidrográfica e as formas de relevo, com sua morfologia e processos, estão representados pelas vertentes e pela rede de canais fluviais, onde:

“as características morfológicas das vertentes, dos canais fluviais e a dinâmica dos processos morfogenéticos e fluviais, combinam-se para expressar a paisagem geomorfológica auto-organizada na entidade integrativa das bacias hidrográficas”.

A análise dos condicionantes morfoestruturais serve como base para a compartimentação dos sistemas naturais em unidades.

Segundo Goulart (2001: p.27) as unidades de relevo representam a síntese geomorfológica do mapeamento, onde:

“...guardam no seu limite, um conjunto de formas, representadas por um conjunto de atributos, relacionáveis pelos mesmos processos morfogenéticos e, por isso, satisfatoriamente dotados de elementos analíticos morfológicos e morfométricos que relatam a sua síntese histórica (morfocronologia), permitindo também a avaliação, por estes ou por outros meios, da dinâmica superficial da paisagem (morfodinâmica)”.

A individualização e mapeamento das unidades de relevo definem as áreas com características morfométricas semelhantes. Assim, para Antonelli & Thomaz (2007), a combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais.

Segundo Lollo (1995), podem ser distinguidas duas modalidades de análise para se avaliar o terreno, quanto suas feições de relevo (*landformes*), denominadas de: - enfoque fisiográfico ou enfoque da paisagem (*landscape approach*), no qual consiste a delimitação de diferentes feições de relevo com base num conjunto de

observações fotointerpretativas e de campo, promovendo o zoneamento da região estudada em termos de áreas considerada semelhantes ou que apresentem um grau de heterogeneidade mínimo; - enfoque paramétrico (*parametric approach*), o qual possui o mesmo objetivo (delimitação de áreas diferentes do ponto de vista fisiográfico), porém a análise é feita com base na medida de parâmetros representativos da geometria das feições de relevo, tais como a declividade, amplitude, a extensão e parâmetros da rede de drenagem.

A definição de unidades de relevo, com características semelhantes, sintetiza num único documento cartográfico os diferentes parâmetros, *“facilitando estabelecer relações entre a topografia e outros constituintes naturais ou artificiais do território e contribuindo no processo da análise espacial integrada”* (GRANELL-PEREZ, 2001: p.98).

Através destes documentos cartográficos elaborados, onde se representam as condições naturais dominantes, é possíveis atribuir recomendações e limitações ao uso e as potencialidades de uma área, visando subsidiar um desenvolvimento sustentável.

### **2.3. A Geologia e sua relação com o relevo e solos**

A geologia por sua vez, envolve o estudo do substrato rochoso de uma dada região, compreendendo a composição, as propriedades físicas e químicas, as formas características de ocorrência, os processos de origem e a idade geológica das rochas. Avalia, também, a resistência das rochas em relação aos processos geológicos ou agentes intempéricos/erosivos, segundo sua origem e constituição mineralógica, responsáveis pela elaboração das formas de relevo e pela pedogênese (ALVES, 2003: p10).

Processos geológicos é um conjunto de ações que promovem modificações da crosta terrestre, seja em sua forma, estrutura ou composição. Estes processos compõem os principais agentes modeladores do relevo.

Pode-se dizer que o relevo é toda forma assumida pelo terreno (serras, depressões, etc.) que sofreu mudanças com os agentes internos e externos sobre a crosta terrestre (ARAÚJO Jr., 2006).

Assim, os processos que ocorrem no interior da crosta são denominados de endógenos e os na superfície de exógenos. Podem ser reunidos num ciclo de processos que possuem ação contínua sobre o material rochoso.

Os processos endógenos: vulcanismo, terremotos, plutonismo, orogênese, epirogênese, magmatismo, metamorfismo, etc., são aqueles que ocorrem usando basicamente da energia solar que atua direta ou indiretamente sobre a superfície da crosta, em uma ação mais destrutiva. Os processos exógenos constituem: o intemperismo, a ação das águas superficiais e subterrâneas, do vento, do gelo e dos organismos biológicos. Estes causam a desagregação e decomposição de rochas. (PROGEO, 2008).

O intemperismo é um processo fundamental para a vida, pois sem ele não haveria a desintegração e a decomposição das rochas, dos minerais e a formação dos solos (CARVALHO, 2008).

Segundo Alves (2008) a natureza das rochas é representada basicamente pela constituição mineralógica/geoquímica e estruturação, sob a ação de diferentes condições morfoclimáticas e agentes de erosivos. De acordo com o comportamento das rochas face à erosão, pode-se classificar os principais tipos de rocha com relação ao grau de resistência ao intemperismo, sendo: - rochas mais resistentes: rochas magmáticas ácidas (granitos leucocráticos) e rochas psamíticas (quartzitos e arenitos); - rochas menos resistentes: rochas magmáticas básicas (gabros e basaltos) e rochas sedimentares pelíticas (argilitos, siltitos, filitos e xistos).

O tipo de resistência da rocha e minerais de origem vão gerar diferentes tipos de solos. O solo é o produto final da atuação de fatores ativos (clima e organismos) sobre rochas e sedimentos (fatores passivos), condicionado pelo tipo de relevo, ao longo de um determinado tempo (ALVES, *op. cit.*).

Para Vieira (1988: p.81) o solo é

“... a superfície inconsolidada que recobre as rochas e mantém a vida animal e vegetal da terra. É constituído de camadas que diferem pela natureza física, química mineralógica e biológica, que se desenvolvem com o tempo sob influência do clima e da própria atividade biológica”.

Para Streck *et al.* (2002), a diversidade geológica, climática e do relevo, são responsáveis por grandes variedades de tipos de solos.

Para Araújo Jr. (*op. cit.*) cada tipo de rocha, expostas as mesmas condições climáticas, produz um tipo de solo diferente; mas de acordo com a origem os mesmos podem ser classificados como: - eluviais: quando formados pela alteração da rocha que se encontra abaixo dele; - aluviais: são formados pela ação dos agentes naturais de transporte (rios, vento, etc.); - orgânicos: são formados a partir de matéria orgânica, por isso são férteis e tem alto valor agrícola. Ainda quanto à estrutura os solos podem ser considerados argilosos, arenosos ou argilo-arenosos.

Em clima tropical os solos sofrem grandes problemas com a erosão, lixiviação e laterização. A lixiviação é a lavagem da parte superficial do solo, onde se encontra os nutrientes, e retirada dos sais minerais hidrossolúveis, empobrecendo o solo e laterização é o surgimento de uma crosta ferruginosa, formada pela decomposição das rochas com precipitação dos óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, que acaba com a fertilidade do solo. (ARAÚJO Jr., *op. cit.*).

Não podemos ignorar a ação do clima sobre os demais componentes do meio ambiente, pois ele influencia diretamente a vegetação, os animais, os tipos de solos e o próprio homem. Para Ayoade (2004: p. 01): *“os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera”*.

Ainda, a ação do clima é notável nos processos de intemperismo das rochas e na modelagem do relevo, ao mesmo tempo em que é influenciado pelos componentes ambientais próximos a superfície do solo.

## **2.4. Estudos Geomorfológicos**

Os estudos geomorfológicos possibilitam interpretar a superfície terrestre, o conhecimento sobre a topografia e a ocupação de determinado espaço, ainda permitem identificar as limitações e as potencialidades existentes.

Segundo Tricart (1978) o mapeamento geomorfológico constitui-se na base da pesquisa e não a concretização gráfica da mesma já elaborada, servindo como instrumento de direcionamento e como um produto síntese da pesquisa.

Para Penteado-Orelhana (1985), os estudos geomorfológicos têm a oportunidade de planejar para preservar o meio, e para usar racionalmente os recursos naturais, sem romper o equilíbrio do ecossistema, e corrigirem falhas

decorrentes da agressão sofrida pelo ambiente, através da ação antrópica em todos os seus aspectos, desde as modificações da paisagem até a poluição.

Salienta Christofolletti (1979): “*as bacias hidrográficas começaram a ser focalizadas como unidades geomorfológicas fundamentais, tendo em vista o funcionamento integrado de seus elementos*”. As características físicas de uma bacia podem fornecer dados importantes para a prevenção e avaliação de riscos ambientais em determinada área.

Autores como Almeida *et al.* (1982) e Bigarella & Mazuchowski (1985) relatam que através de um levantamento integrado do meio físico, procurando correlacioná-lo com o uso da terra nas diversas unidades ambientais, pode-se gerar subsídios e informações interdisciplinares de grande valia, servindo de base ao planejamento regional. Considerando que existem ligações entre o uso da terra e o meio físico, estas são de vital importância para o conhecimento perfeito do meio ambiente, em se tratando de seu uso pelo homem.

Para Penteadó (1983) a geomorfologia:

“interfere nos sistemas sócio-econômicos como subsídio para planejamento de bacias hidrográficas e uso da terra, na planificação dos ecossistemas de circulação, oferecendo noções quantitativas da avaliação do relevo e dos processos que interferem com traçados, desgaste e uso de estradas e suas repercussões no meio ambiente”.

A ciência geomorfológica, por definição, identifica, classifica e analisa as formas da superfície terrestre, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais. Aplicada à interpretação dos dados competentes a Geomorfologia, a Cartografia é capaz de gerar subsídios para o entendimento dos processos atuantes sobre os ambientes, espacializando as informações e garantindo a representação, através de mapas temáticos, dos processos ocorridos em uma determinada área ou região (FERNANDES NETO, 2007).

Bülow (2003: p.203) relaciona a Geomorfologia e a Cartografia e ressalta que:

“a Geomorfologia fornece através da Cartografia subsídios ao conhecimento da realidade espacial em questão, ou seja, identificação das formas do relevo de acordo com sua gênese e os processos morfogenéticos

responsáveis pela sua dinâmica, possibilitando, assim, o planejamento das formas mais apropriadas de ocupação de uma determinada área”.

Segundo Penteadó (1983) que:

“através do inventário classificatório das formas de relevo, da análise dos parâmetros do meio físico e da interpretação dos processos morfogenéticos, a geomorfologia fornece as bases para planejamentos regionais e globais, levantamentos de infra-estrutura ambiental que são os elementos de suporte dos ecossistemas”.

Para Guerra (1998), os estudos referente a geomorfologia ambiental, inclui levantamento dos recursos naturais, análise do terreno, avaliação das formas de relevo, monitoramento dos processos e elaboração de mapas de risco. Assim a análise geomorfológica é uma forma eficiente de diagnóstico de bacia hidrográfica e do ambiente, levando em consideração que o mesmo é explorado economicamente pelo homem através de seu uso.

Ross (1992) destaca que os estudos geomorfológicos e ambientais, quer sejam eles detalhados ou de âmbito regional, atendem as necessidades político administrativas e funcionam como instrumento de apoio técnico aos mais diversos interesses políticos e sociais.

## **2.5. Estudos ambientais**

Atualmente, a complexidade ambiental em que vivemos nos conduz, na maioria das vezes, a trabalhar com ou a partir dos processos de degradação já em desenvolvimento, levando-nos a desafios ainda maiores para buscar soluções que apontem mecanismos que relacionem as possíveis causas e, ao mesmo tempo, entender os processos que levam a acentuar os problemas ambientais. Neste cenário, torna-se também relevante a busca de adequar metodologias e ferramentas para trabalhar o planejamento de unidades ambientais que apontem perspectivas mais coerentes e duradouras para a proteção, preservação e conservação das diversidades de paisagem e unidades de paisagem, sobre a superfície terrestre (GUERRA & MARÇAL, 2006).

Muitos processos naturais ocorrem no ambiente sem a intervenção humana, tais como formação dos solos, lixiviação, erosão, deslizamentos, modificações do regime hidrológico e da cobertura vegetal, etc., sendo que estas transformações não são reflexos da degradação ambiental, mas transformações decorrentes da dinâmica natural destes processos. Agora, quando há a interferência do homem, em que ele é o principal agente transformador do ambiente, desmatando, plantando, construindo, ou seja, transformando o ambiente de maneira significativa, "*estes processos, ditos naturais, tendem a ocorrer com maior intensidade, e nesse caso as conseqüências para a sociedade são quase desastrosas*" (GUERRA & CUNHA, 1996: p.344).

Os estudos realizados para estabelecer ou restabelecer o equilíbrio em um ambiente natural estão diretamente ligados às ações antrópicas que promovem modificações em função do uso do solo, portanto, estas ações devem ser desempenhadas sempre buscando os menores efeitos dos impactos socioambientais (CHUEN, 2004, p26).

Para tanto, os planejamentos e os manejos ambientais podem ser entendidos como a execução de atividades ou ações para dirigir e controlar a coleta, a transformação, a distribuição e a disposição dos recursos naturais de maneira capaz de sustentar as atividades humanas com um mínimo de distúrbios nos processos socioambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999: p.162).

As alterações decorrentes das transformações dos tipos de uso do solo são essenciais na manutenção do equilíbrio ambiental, principalmente na preservação dos recursos hídricos e dos solos, que muitas vezes podem ser planejadas minimizando os impactos negativos, por meio de ações relativamente simples e de uma exploração menos agressiva. Por exemplo, preservar as áreas de mananciais, dos entornos dos rios e nascentes, deixando suas matas ciliares intactas, o que diminuirá a erosão dos solos nessas áreas e também possibilitará refúgio à fauna (CHUEH, 2004: p.28).

Ross (1995, p66) ressalta que as análises ambientais são "*na abordagem geográfica excelente suporte técnico-científico para elaboração dos Zoneamentos Ambientais e Sócio-econômicos, que por sua vez dão suporte às políticas de planejamento estratégico em qualquer território político administrativo*".

O mapeamento Geoambiental possibilita orientar diretrizes para o uso racional do espaço, pois corresponde a um diagnóstico físico-biótico, cujo objetivo é

individualizar áreas homogêneas, ou seja, áreas com características semelhantes. Estas características, conforme Clark (1974) são denominadas de geo-genéticas, sendo as unidades geoambientais fortemente influenciadas pelas condições geológicas e geomorfológicas dos terrenos.

Segundo Herrmann (2004), para a definição de unidades Geoambientais, faz-se necessário o reconhecimento dos componentes, como os seus atributos e fatores condicionantes: hidrográficos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos, fitogeográficos e antrópicos, conduzindo à delimitação e à caracterização de unidades geossistêmicas, onde se tem como produto final a elaboração de mapa, com a representação das respectivas unidades espacializadas.

Para Vedovello (2004), a Cartografia Geoambiental pode ser entendida, de forma ampla, como todo o processo envolvido na obtenção, análise, representação, comunicação e aplicação de dados e informações do meio físico, considerando-se as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os perigos, riscos impacto e conflitos decorrentes da interação entre a ação humana e o meio ambiente fisiográfico. Pode, por isso, incorporar elementos bióticos, antrópicos e sócio-culturais em sua análise e representação.

Fiori (2004), em relato sobre metodologias de Cartografia Geoambiental, destaca que esta, como o próprio nome indica, ocupa-se da elaboração de mapas ou cartas que tratem de problemas Geoambientais, freqüentemente ocasionados por um desequilíbrio do meio físico. No nosso país, dizem respeito, principalmente a fenômenos de erosão, escorregamento, assoreamento, enchentes, inundações e circulação de água, associados ou não à ocupação antrópica.

Muitas são as relações existentes entre a geomorfologia, que trata dos processos morfodinâmicos atuantes, com o meio ambiente e a sociedade, o que permite de maneira integrada, uma compreensão de como se processa a degradação ambiental em uma determinada área.

## **2.6. Uso da Terra e sua Capacidade de Uso**

O homem tem usado sua habilidade para manipular a terra com pouca sabedoria e precaução necessárias. A consequência tem sido a deterioração do

meio ambiente, através da erosão do solo, compactação, falta de escoamento da água, salinização, perda de “habitat” natural, desperdício dos recursos florestais, poluição da água, do ar e destruição da beleza da paisagem. Estes são os resultados das faltas de aptidão e de compreensão humana sobre usar apropriadamente a terra e seus recursos. O objetivo é usá-la somente com finalidades que estejam dentro de suas possibilidades, através da percepção das causas em potencial de instabilidade e da determinação dos sistemas de uso e manejo, que possam superar estas causas, (BARACUHY, 2001: p.17).

A expressão “uso da terra” pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (Rosa, 2003), sendo assim, é importante considerar a forma que este espaço está sendo ocupado, ou seja, se é explorado de forma organizada e produtiva, conforme cada região

Em bacias hidrográficas, o uso das terras por sua vez, consiste em importante forma de interferências das atividades humanas sobre sistemas hidrológicos. Christofolletti (1999: p.132) relata que as atividades antropogênicas que afetam a superfície das terras, incluindo a atividades agrícolas tais como irrigação, drenagem, saneamento das terras e a aplicações de fertilizantes químicos, desmatamentos, silvicultura e atividades pastoris:

“essas atividades podem causar local e regionalmente, mudanças significativas na evaporação, balanço hídrico, frequência das cheias e das secas, quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas e no reabastecimento das águas subterrâneas”.

Para Dill (2002), o conhecimento do uso da terra de uma determinada bacia hidrográfica torna-se importante por permitir confrontar este uso com diversos outros fatores que medem a real capacidade de uso da terra, e os levantamentos de uso da terra são importantes porque os efeitos de seu uso desordenado causam perturbações no meio ambiente. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros do uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas.

A classificação da capacidade de uso da terra visa estabelecer bases para seu melhor aproveitamento e envolve a avaliação das necessidades para os vários usos que possam ser dados a determinada gleba. As classes de capacidade de uso da terra deverão ser utilizadas como base sobre a qual os fatores econômicos e

sociais de determinada área possam ser considerados ao elaborar modificações no uso do solo (ROCHA & KURTZ, 2003).

Segundo Lepsch (1983: p.14), a capacidade de uso da terra consiste em

“... adaptar as terras para as várias modalidades de utilização agrosilvopastoril”. Ou ainda “pode-se conceituar capacidade de uso da terra como a sua adaptabilidade para fins diversos, sem que sofra depauperamento pelos fatores de desgaste e empobrecimento”.

A classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso fundamenta-se na classificação quantitativa das mesmas, sendo voltada para suas limitações e sua utilização. Baseiam-se, primordialmente, nos efeitos do clima sobre o solo e sua resultante evolução e degradação, bem como nas características permanentes do solo que, em conjunto, poderão limitar o uso agrícola e também causar em diversos níveis, sérios danos ao ambiente mediante a sua degradação (Amaral, 1996).

Brady (1989); Bertoni & Lombardi Neto (1990) e Lepsch *et al.* (1991) estabelecem critérios para se avaliar a capacidade de uso das terras. Estes por sua vez são estabelecidos a partir das características das classes de solos e suas relações com o ambiente. Destacam a capacidade de uso quanto a utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento, vida silvestre e, ainda terras impróprias para cultivos intensivos ou cultiváveis com práticas conservacionistas

Rocha (1997) mostra que a classificação geral da capacidade de uso da terra objetiva estabelecer bases para a formulação de planos e recomendações com respeito às melhores relações entre o homem e a terra. Esse relacionamento se dá no sentido de que devem ser considerados todas as limitações de uso da terra, com todos os seus problemas e não apenas alguns deles. O levantamento de uso da terra consiste em mapear e avaliar qualitativa e quantitativamente tudo o que existe sobre a litosfera. Com esse tipo de levantamento, pode-se conhecer a deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras.

Segundo Lepsch (1983: p.9), *“há real necessidade de um sistema de classificação de terras voltados para problemas de conservação do solo, tendo em vista práticas de controle de erosão.”* A classificação da capacidade de uso da terra permite determinar os locais onde podem ser explorados os solos por outra forma de uso.

Guerra & Cunha (1999), relatam que muitos pesquisadores têm demonstrado os riscos causados em áreas rurais, em função do desmatamento de grandes extensões de terra, sem levar em consideração a suscetibilidade dos solos aos processos erosivos.

## **2.7. Conflitos de Usos**

A ação inadequada do homem sobre o meio ambiente ocasiona alterações da biota, geram conflitos, problemas aos solos e aos recursos hídricos. Ocorre conflito quando o uso da terra é desenvolvido em áreas inapropriadas, contrariando a capacidade e a disponibilidade para uso. Os efeitos do uso e ocupação em áreas indevidas, como o desrespeito e uso das áreas destinadas a Preservação Permanentes, causam a deterioração do meio, fazendo surgir os chamados conflitos de usos da terra (FERNANDES NETO, 2007).

Conflitos de usos da terra são “todas as formas de uso em desacordo com sua real aptidão, fazendo com que ocorra alteração sensível no meio natural, causando prejuízo ao rendimento produtivo deste”. Normalmente, as bibliografias especializadas no assunto costumam salientar que esses conflitos são provenientes do uso indevido da terra, gerado por problemas como: poluição, devastação das matas, uso de encostas íngremes, erosão e alteração do clima (OLIVEIRA, 2003).

Um importante processo, cujo objetivo é a conservação dos recursos naturais, é o planejamento do uso do solo de acordo com as exigências vigentes na legislação. Pois a demarcação geográfica de áreas de preservação permanente (APP) definidas por Lei, segundo o Código Florestal brasileiro, e a confrontação desses locais com o seu uso e ocupação atuais, estabelece as opções de manejo a serem adotadas, objetivando contribuir para a preservação e uso racional da terra (MIRANDA & IPPOLITI, 2000).

A função ambiental das áreas de preservação permanente, cobertas ou não pela vegetação nativa, é entendida na forma de Lei, como sendo a de: preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (TONELLO *et al.* 2003).

Segundo o Código Florestal Brasileiro, as Áreas de Preservação Permanente (APP) correspondem a áreas com cobertura vegetal que se destina à captação de recursos hídricos e às áreas com florestas e demais tipos de vegetação natural situadas: ao longo de qualquer curso d'água; ao redor de lagos, córregos e nascentes ou reservatórios de água; no topo de morros, montes e montanhas e serras; nas encostas ou em parte destas, com declividade superior a 45°; nas restingas, como fixadoras de drenos ou fixadoras de mangues; nas bordas de tabuleiros ou chapadas; em altitudes superiores a 1.800 metros.

A Lei 4.771/65 alterada pela Lei 7.803/89 e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, *“Consideram-se de preservação permanente, pelo efeito de Lei, as áreas situadas nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja a sua situação topográfica”.*

Nos Artigos 2.º e 3.º dessa Lei *“A área protegida pode ser coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”*

A fim de regulamentar o Art. 2º da Lei nº 4.771/65, publicaram-se a Resolução nº 303 e a 302, de março de 2002 - a primeira revoga a Resolução 004 do CONAMA de novembro de 1985, que se referia às Áreas de Preservação Permanente (APP) quanto ao tamanho das áreas adjacentes a recursos hídricos; a segunda, refere-se às APPs no entorno dos reservatórios artificiais, determinando que:

a) As APPs ao redor de nascente ou olho d'água, localizada em área rural, ainda que intermitente, ou seja, só aparece em alguns períodos (na estação chuvosa, por exemplo), deve ter raio mínimo de 50 metros de modo que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte.

b) Em veredas (espaço brejoso ou encharcado, que contêm nascentes ou cabeceiras de cursos d'água) e em faixa marginal, em projeção horizontal, deve apresentar a largura mínima de 50 metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado.

Quanto às penalidades, a Lei de Crimes Ambientais 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, conforme Artigo 39, determina que é proibido *“destruir ou danificar floresta da área de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”.* É prevista pena de detenção, de um a três

anos, ou multa, ou ambas as penas, cumulativamente. Se o crime for culposos, a pena será reduzida à metade.

A função ambiental das áreas de preservação permanente, cobertas ou não pela vegetação nativa, é entendida na forma de lei, como sendo a de: preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (TONELLO *et al.*, 2003).

Sendo assim, todas as coberturas vegetais são importantes na região onde se inserem, contudo, nas áreas consideradas de preservação permanente são imprescindíveis, pois estes locais são caracterizados pela sua fragilidade em função da sua posição no relevo e pela importância de proteção que conferem não somente ao solo, mas também à fauna e flora.

O papel hidrológico da floresta resulta de uma rede de interações, em que a vegetação em geral, principalmente a floresta, permite a infiltração e armazenamento temporário de água no solo, assim, a cobertura vegetal controla a erosão, conservando os solos e regulando a vazão dos rios (CARPANEZZI, 2000).

A vegetação arbórea e a herbácea, ajudam a dissipar a energia das gotas das chuvas sobre o solo, pois o impacto da gota com a superfície descoberta, desagrega as partículas de solo, que facilmente são transportadas pela água, favorecendo assim a ação dos processos erosivos. Sendo assim, a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, uma vez que a vegetação fornece proteção direta contra o impacto das gotas de chuva através da interceptação.

A presença de serrapilheira (folhas, cascas, frutos, etc.) sobre o solo, também amortece a queda das gotas de água da chuva, diminuindo o choque e dificultando o escoamento de água, contribuindo com um maior tempo para infiltração, além de contribuir com matéria orgânica.

Para Rodrigues & Leitão Filho (2000), muitas são as relações existentes entre os sistemas terrestres e aquáticos. As áreas ripárias e suas matas ciliares possuem importantes funções na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Dentre elas destacam-se: a formação de *habitats* e abrigos, corredores de migração, áreas de reprodução, constância térmica, regulação da entrada e saída de energia, fornecimento de material orgânico, contenção de ribanceiras, diminuição da entrada de sedimentos, sombreamento, regulação da vazão e do fluxo de corrente, além da influência na concentração de elementos químicos na água.

Além dessas contribuições hidrológicas, as florestas desempenham uma ação eficaz na filtragem superficial de sedimentos, propiciando a conservação da biodiversidade, alternativas econômicas de exploração sustentável da biota, educação e pesquisa científica, desfrute de belezas cênicas, turismo e lazer, e até contribuição para a redução do efeito estufa, através da captura do carbono atmosférico.

## **2.8. Degradação Ambiental**

Nas décadas de 50 e 60, impulsionado pelos avanços tecnológicos o homem passou a produzir mudanças significativas no espaço natural nos países desenvolvidos e posteriormente nos países subdesenvolvidos. Nas décadas seguintes verificou-se o aspecto negativo no meio ambiente, ocasionado pela exploração irracional dos recursos naturais. Neste contexto, começa a ser estruturada, dentro das universidades, uma linha de pesquisa voltada para a identificação, análise e controle dos problemas ambientais em seus mais diversos aspectos, conhecidos como planejamento ambiental, que segundo (Cendrero *apud* BOTELHO 1999, p274):

“... considera o planejamento ambiental ou territorial como uma atividade intelectual por meio da qual se analisam os fatores físico-naturais, econômicos, sociológicos e políticos de uma zona (um país, uma região, uma província, um município, etc.) e se estabelecem às formas de uso do território e de seus recursos na área considerada”.

Genericamente o conceito de degradação ambiental refere-se às modificações impostas pela sociedade aos ecossistemas naturais, alterando as suas características físicas, químicas e biológicas, comprometendo, assim, a qualidade de vida (NOFFS *et al.* 2008).

A degradação ambiental pode ser vista como o efeito negativo da intervenção antrópica sobre a estrutura e o funcionamento de um ecossistema, acarretando uma redução considerável da capacidade produtiva dos solos, da biodiversidade e/ou das funções ambientais da área afetada.

A modificação dos sistemas naturais pela atividade humana origina as “áreas alteradas”, que podem ter sua capacidade produtiva melhorada, conservada ou diminuída em relação ao sistema.

A alteração de uma área não significa necessariamente sua degradação, contudo, se essa alteração ocorre juntamente com processos que levam à perda da capacidade produtiva do sistema, diz-se que as áreas estão degradadas. Com isto, sofrem perdas quantitativas (produtividade primária) e qualitativas (biodiversidade e de solos e dos recursos hídricos).

Os processos erosivos são ações naturais de deterioração e que ocorrem ao longo do tempo geológico. A utilização e manejo dos solos e da água inadequados fazem com que a erosão se potencialize. Com isso, muitos estudos têm sido desenvolvidos visando soluções e redução dos seus efeitos.

A ação antrópica, contribui com a aceleração dos processos erosivos, através o uso indiscriminado do solo. Segundo a FAO (2003), as degradações da terra induzidas pelo homem possuem cinco componentes, a saber:

a) Degradação das populações animais e vegetais (degradação biótica ou perda da biodiversidade) de vastas áreas do semiárido devido à caça e extração de madeira (Desmatamento da Caatinga para extração de madeira);

b) Degradação do solo, que pode ocorrer por efeito físico (erosão hídrica ou eólica e compactação causada pelo uso da mecanização pesada e pelo pisoteio do gado) ou por efeito químico (salinização ou sodificação);

c) Degradação das condições hidrológicas de superfície devido à perda da cobertura vegetal;

d) Degradação das condições hidrogeológicas (águas subterrâneas) devido a modificações nas condições de recarga;

e) Degradação da infra-estrutura econômica e da qualidade de vida dos assentamentos humanos.

A adoção de práticas conservacionistas, com correto manejo do solo e da água, depende de um conhecimento prévio dos fatores que controlam os processos erosivos. Entre os efeitos negativos pode-se destacar a remoção da cobertura vegetal e das matas ciliares, levando a exposição do solo, conseqüentemente favorecendo a ação das águas das chuvas, carreando sedimentos, causando assoreamentos nos corpos d'água, entre outros problemas.

Para o IBGE (2008), a ação da água da chuva sobre os terrenos continua sendo um dos principais agentes da degradação dos solos brasileiros. As terras transportadas dos terrenos pelas enxurradas são, em grande quantidade, depositadas nas calhas dos cursos d'água, reduzindo a sua capacidade de armazenamento da água da chuva, ocasionando inundações, com graves conseqüências socioeconômicas. O total de terras arrastadas pelas enxurradas é calculado em torno de 2 a 2,5 bilhões de toneladas, anualmente.

Visando o uso e manejo adequado do solo com a preservação dos recursos naturais e melhoria das condições de vida da população faz-se necessário à criação de unidades de conservação de uso direto e indireto no semiárido nordestino que introduzam o manejo da bacia hidrográfica como forma de assegurar a proteção florestal em seus amplos aspectos. (BARACUHY, 2001: p.2).

Todos estes processos de degradação constituem-se em prejuízos sócio-econômico e ambiental, que podem ser diretos ou indiretos, afetando gerações atuais e representando um enorme risco para as gerações futuras.

## **2.9. Uso do Sensoriamento Remoto**

O sensoriamento remoto ampliou a capacidade do homem de obter informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente, colocando-se como mais uma ferramenta complementar para facilitar trabalhos temáticos e de levantamentos. Essa ferramenta tem ampla aplicação para a caracterização de bacias e rede de drenagens, análise e monitoramento do uso e ocupação, agricultura e floresta (NOVO, 1989).

Gregory (1992: p.322) o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas abrangem “... *todas as técnicas que podem ser usadas para obter informação a respeito da superfície da Terra e a sua atmosfera, por sensores que registram a radiação do espectro eletromagnético e estão sobre plataformas específicas*”. Em concomitância a esta idéia, o uso dos sistemas de informação (SIG) geográficas, tem avançado, a capacidade de armazenar, recuperar dados, flexibilizar a manutenção dos dados e as várias possibilidades visualização, características de um SIG, qualificam-no como uma ferramenta versátil e útil na análise do espaço geográfico e a tomada de decisões (BARROS *et al.* 2003).

Para vários autores, Dale & McLaughlin (1988); Assad *et al.* (1993); National Research Council (1993); Norman *et al.* (1994), a caracterização do meio físico de uma área de estudo constitui-se numa importante informação para o planejamento racional de uso e conservação do solo e da água. Nesse contexto, a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite a integração dos dados de forma mais precisa e rápida que os métodos tradicionais de análise. Além disso, o SIG pode aumentar muito a utilidade dos dados existentes e fornecer dados novos, melhorando projetos de planejamento (FLETCHER & PHIPPS, 1991).

Tem-se no geoprocessamento, uma das ferramentas importantes para a execução de projetos relacionados à área de meio ambiente, onde os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) nos permitem realizar análises complexas de dados temáticos, como recursos hídricos e uso da terra, integrar informações de diversas fontes e criar bancos de dados georreferenciados.

De acordo com Buzay & Duran (1997), a tecnologia do SIG ganhou definitivo prestígio na última década, e sua utilização permite a obtenção de informações de diferentes fontes.

Segundo Almeida & Araujo (1998: p.84):

“... os sistemas de informações geográficas possuem diferentes níveis de recursos e complexidade operacional, podendo ser usados para geração de mapas temáticos ou para análise e tomada de decisões. Neste sentido pode ser apresentado como exemplo de integração de informações os mapas de dados meteorológicos, uso da terra, classes de declividade, balanço hídrico, capacidade de uso da terra, áreas de conflito etc.”

Para Buzay & Duran (1997) “*a finalidade de um SIG é a integração de dados alfanuméricos e gráficos, tarefa que os geógrafos vinham realizando a muito tempo antes do aparecimento do computador. A diferença fundamental reside na troca de ambiente*”.

“*O uso da tecnologia da informação geográfica na tomada de decisões sobre o uso do solo tornou-se, nos últimos anos, uma ferramenta essencial, principalmente acerca das questões ambientais, sobretudo em relação às Áreas de Preservação Permanente*” (DIAS *et al.* 2005: p.2-3).

Callado (2003: p.118) concluiu em seu estudo que:

“a utilização de técnicas de geoprocessamento associadas a produtos de sensoriamento remoto se mostrou muito eficiente no momento em que permitiu uma visão abrangente e integradora da realidade local, diminuindo os trabalhos de campo e possibilitando o cruzamento de diversas informações georreferenciadas”.

Nascimento *et al* (2005: p. 208) relata que:

“a funcionalidade e eficiência desses procedimentos, integradas às informações produzidas pelas imagens de satélite, sobretudo, as de alta resolução espacial, podem produzir diagnósticos e fornecer subsídios capazes de identificar e mensurar a ocorrência de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente, fortalecendo as ações ambientais de monitoramento e como suporte para os instrumentos jurídicos de controle e fiscalização desses ambientes”

O uso de imagens de satélite e fotografias aéreas, apoiadas por observações da realidade, pode reduzir os trabalhos de campo e aumentar a precisão da representação da superfície do solo (BASHER, 1997).

A complexidade de análise e integração das diferentes variáveis que compõem o ambiente pode dificultar a implementação e o planejamento ambiental adequado (Neto *et al.*, 2001). A utilização de sensores remotos de alta resolução, como no caso a imagem *Quickbird*, permite e proporciona facilidades no monitoramento dos usos da terra, o que facilitam o processo de planejamento.

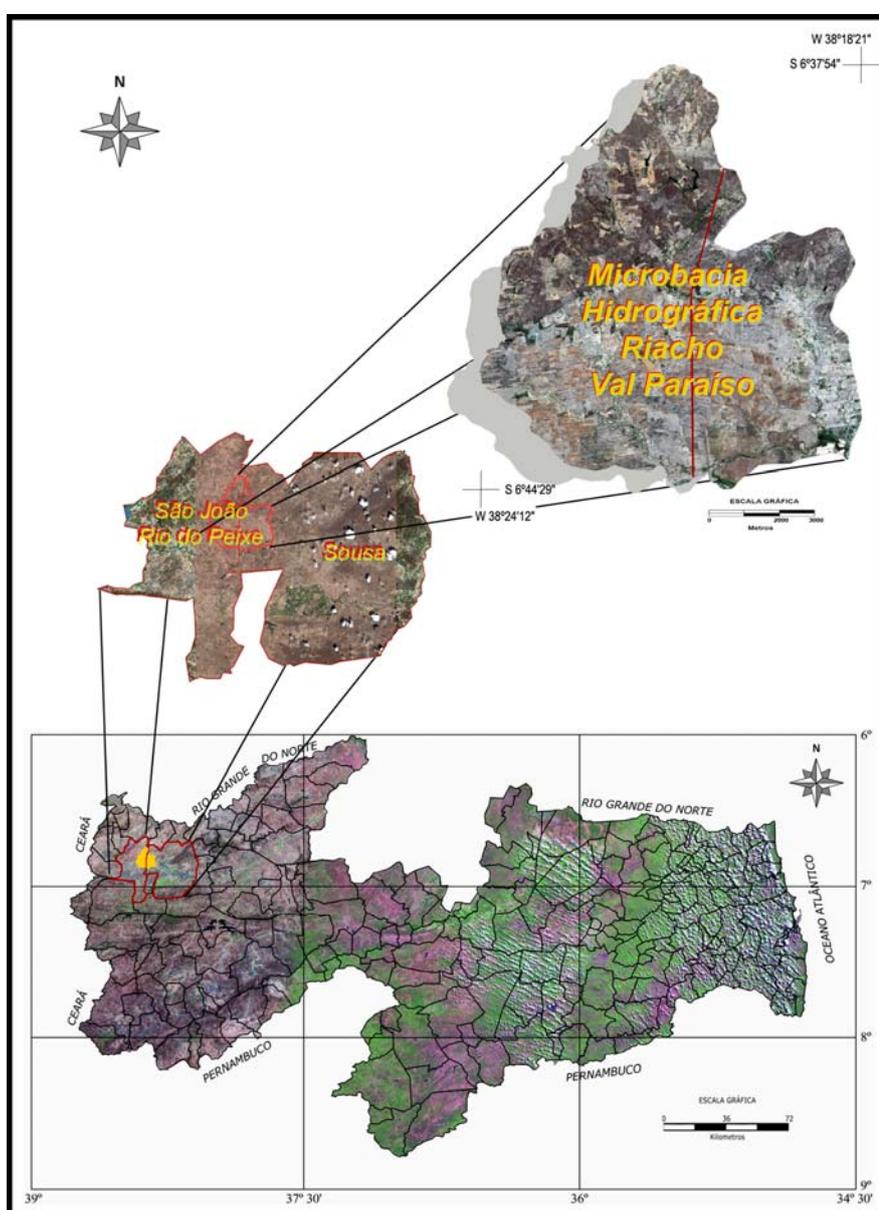
O uso da imagem *Quickbird*, por ser de alta precisão, permite mapear com detalhes alvos naturais e antrópicos no terreno, fornecendo assim subsídios para elaboração de plano de manejo (RAMOS *et al.*, 2007).

Conforme Nale (2002) e Jacobsen (2003) as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento tornaram-se ferramentas que auxiliam de forma expressiva no planejamento e na tomada de decisões, de modo a subsidiar diagnósticos ambientais, elaboração do zoneamento ecológico e do plano de manejo. Hoje, dados de satélites com alta resolução espacial, permitem realizar análises detalhadas do ambiente, em períodos curtos e com custos menores, competindo com levantamentos aerofotogramétricos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Localização da área

A microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso encontra-se geograficamente inserida na porção Noroeste do estado da Paraíba, delimitada pelos paralelos de  $6^{\circ}37'54''$  a  $6^{\circ}44'29''$  de latitude Sul e meridianos de  $38^{\circ}18'21''$  a  $38^{\circ}24'12''$  de longitude Oeste. Encontra-se entre os municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa (Figura 01), distanciando-se aproximadamente 460 e 430km, respectivamente, da capital João Pessoa.



Org.: FERNANDES NETO, S.

Figura 01. Mapa de localização da microbacia hidrográfica riacho Val Paraíso

A microbacia Val Paraíso apresenta uma área de 7.962,97ha ou 79,63km<sup>2</sup>, ou seja, uma área territorial maior que muitos municípios paraibanos, cerca de 10% dos mesmos. Como exemplo, tem-se os municípios de Montadas que apresenta uma área de 26 km<sup>2</sup>, Matinhas que possui 38km<sup>2</sup>, Pilões com 64km<sup>2</sup>, entre outros.

Dos 79,63km<sup>2</sup> de área da microbacia, 51% encontram-se inseridos no município de São João do Rio do Peixe e 49% no município de Sousa, abrangendo as drenagens do Riacho do Pedregulho, Riacho do Catolé do Recanto, a Lagoa do Mel, o açude do Padre, entre outros.

Val Paraíso encontra-se na região do Alto Piranhas, dentro da sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe que por sua vez pertence à bacia hidrográfica do Rio Piranhas Açú. Esta bacia é considerada uma das mais importantes bacias hidrográficas dos estados nordestinos.

A bacia do Rio Piranhas Açú, banha uma área total de 43.681,5 km<sup>2</sup>, sendo que desta área, 60% se encontra inserida no estado da Paraíba e 40% no Rio Grande do Norte. Possui vários reservatórios de água, com destaque para o chamado Corema-Mãe D'Água, localizado no município de Coremas e o açude Pilões, localizado no município de São João do Rio do Peixe, com capacidade de armazenamento de 1,35 bilhões de metros cúbicos e 13 milhões metros cúbicos respectivamente. Estes por sua vez são responsáveis pelo abastecimento da população de muitos municípios do sertão paraibano, além de servir como fonte de irrigação para muitas culturas agrícolas, cultivadas na região (ANA, 2008).

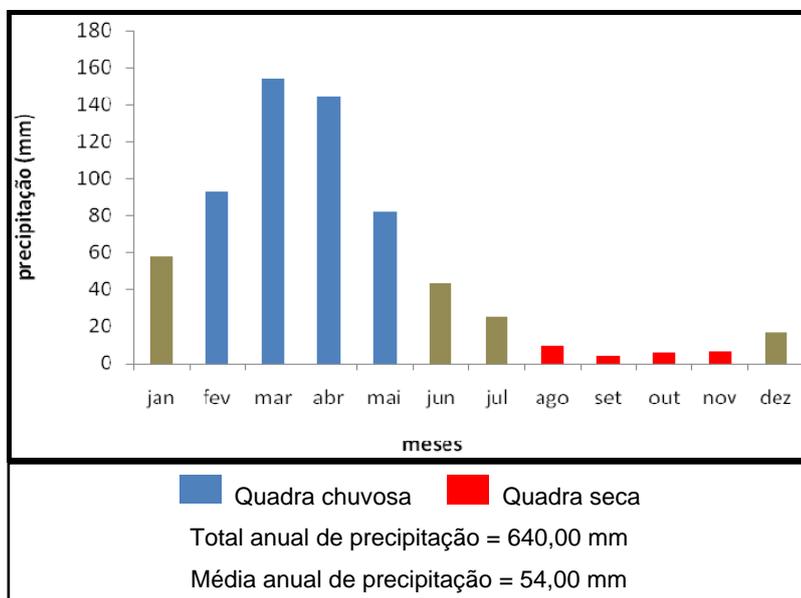
O semiárido brasileiro caracteriza-se pela distribuição irregular das chuvas temporal e espacialmente, com o período chuvoso concentrado entre três a quatro meses do ano.

Carneiro (1998) relata que o balanço hídrico no semiárido é extremamente deficitário, onde em média, tem-se uma evaporação de 2000 mm/ano contra uma precipitação que apresenta uma variação que vai dos 400 aos 800 mm/ano nas diversas áreas da região, além do que, a distribuição destes volumes ao longo do ano apresenta-se extremamente irregular, com a estatística registrando o escoamento em apenas um dia de 21% de tudo que precipita, chegando aos 63% em menos de um mês, culminando com 99% do total escoado em 180 dias.

Na região onde se encontra a microbacia hidrográfica Val Paraíso, semiárido paraibano, o clima dominante de acordo com Gaussen é do Tipo 4aTh, clima tropical quente de seca acentuada, podendo atingir mais de 35°C em épocas de

temperaturas mais elevadas, nos meses de setembro a novembro e temperaturas mais amenas, com valores pouco acima de 20°C, entre os meses de maio a agosto.

Segundo dados da estação meteorológica de Uiraúna, de 1961 a 1991, fornecidos pela AESA<sup>1</sup> e processados por pesquisadores do Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Campina Grande, a variabilidade temporal da precipitação nos municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa, ou seja, a climatologia da região, apresenta um período mais úmido entre os meses de fevereiro a maio, com valor máximo de precipitação de aproximadamente 154mm, no mês de março, e com um período mais seco, nos meses de agosto a novembro, com valor mínimo de 4mm, no mês de setembro. (Figura 02).



Fonte: AESA (2008)  
Org. FONSECA, D.

Figura 02. Climatologia dos municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa/PB.

Observa-se que os dois municípios apresentam, basicamente, duas estações climáticas, uma, mais quente no segundo semestre do ano e outra mais amena no início do ano.

No ano de 2004, o qual foi obtido o uso da terra da microbacia Val Paraíso, sobre imagem de satélite datada de setembro do corrente ano, os municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa apresentaram uma precipitação anual de 883 mm. No mês de setembro, não houve ocorrência de chuvas, e a precipitação acumulada até

<sup>1</sup> Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

este período atingiu apenas 8,5mm segundo AESA, para os dois municípios, o que confirma o período seco na região.

Quanto a economia dos municípios de São João do Rio do Peixe e Sousa, baseia-se no setor agropecuário. Sousa ainda se destaca no setor da indústria e do comércio.

O município de São João do Rio do Peixe possui uma população de 17.661 habitantes, sendo que 6.066 são da zona rural e 11.595 da zona urbana. O município apresenta um IDH de 0,595 e um PIB de R\$ 49,6 milhões (IBGE, 2000). Sua principal fonte de renda gira em torno da produção agrícola de banana, coco-da-baía, manga, algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho. Com relação a produção pecuária, se destaca a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. Ainda possui a exploração de madeira, principalmente para a produção de carvão.

Com relação ao município de Sousa, o mesmo possui uma população de 62.635 habitantes, sendo 16.435 na zona rural e 46.200 residem na zona urbana. O município apresenta um IDH de 0,658 e um PIB de R\$285,33 milhões. Com relação a sua produção agrícola, destaca-se a cultura da banana, coco-da-baía, goiaba, manga, algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, milho e tomate.

A microbacia Val Paraíso abrange várias comunidades sendo: a comunidade de Val Paraíso, Morumbira, Barracão, Fazenda Nova, Vá Jurema, Recanto e Fazenda do Padre.

### **3.2. Procedimentos Metodológicos**

Os conceitos que nortearam as ações deste estudo basearam-se no binômio homem-natureza interagindo com a unidade de planejamento representada pelas bacias hidrográficas. As mesmas são consideradas um sistema que permite uma avaliação contígua e eficiente do complexo ambiental existente em sua área de abrangência, sendo a unidade geográfica delimitada naturalmente e que permite um planejamento e uma visão integrada dos recursos naturais.

Após a definição do tema e da abordagem a ser trabalhada, foi seguido um roteiro metodológico para o desenvolvimento do estudo.

O levantamento bibliográfico realizou-se de forma conjunta com o andamento

do estudo, servindo de guia para a elaboração das etapas do desenvolvimento. Este levantamento dividiu-se principalmente em:

- ♦ bibliografia teórico-metodológica, utilizada para apoiar o embasamento teórico e os procedimentos técnicos operacionais do trabalho;
- ♦ bibliografia de reconhecimento específica sobre os trabalhos já realizados na região.

Para a realização do trabalho de mapeamento, buscou-se na tecnologia de GIS (Geographic Information System) metodologia que possibilita a identificação e caracterização dos diferentes parâmetros definidores da paisagem, além das consequências da atuação antrópica na área de estudo.

Para a elaboração dos mapas e interpolação dos dados, foi utilizado o aplicativo de Sistema de Informações Geográficas IDRISI 32 *Release Two* desenvolvido pela Eastmann (1999), o Autodesk Map 2004 e CorelDraw X4 desenvolvido pela Corel Inc.

A área apresenta um levantamento topográfico planialtimétrico, de escala 1:100.000, elaborado pela Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército – Nordeste, que serviu de base para a elaboração do estudo, sendo que foi utilizado a carta topográfica SB.24-Z-A-V (Souza).

Foi utilizada ainda a imagem do satélite *QuickBird*, desenvolvido pela Digital Globe, com resolução espacial de 0,6m, no sistema de cores RGB (*red, green, blue*) obtida através do Google Earth, datada de setembro de 2004.

A aquisição das curvas de nível eqüidistantes de 20 em 20 metros, bem como a delimitação da área foi possível a partir da análise da carta topográfica em conjunto ao uso do modelo 3D do software Google Earth. A utilização do aplicativo Google Earth foi devido a escala da carta topográfica, 1:100.000 pois não permiti observar maiores detalhes.

Os vetores das curvas de nível, bem como da delimitação da área, foram exportados para o software TrackMaker e posteriormente para o SIG IDRISI, para serem processados.

O aproveitamento de dados do Google Earth exigiu algumas observações até a obtenção da imagem que permitisse o apoio à identificação de ocorrências de ocupação do solo.

O Google Earth disponibiliza as imagens de forma que ao serem georreferenciadas, acompanham a deformação devida à curvatura da terra, então

para obtenção das mesmas, foi necessário que a opção “*Terrain (Primary Database)*” estivesse desabilitada no software Google Earth para que a imagem seja adquirida com o mínimo de distorção possível para posterior processamento.

Com a utilização do software Adobe Photoshop, foi possível mosaicar 622 quadrantes de imagens para recobrir toda a área da microbacia Val Paraíso.

A partir do mosaico da imagem em formato (.tif), o mesmo foi georreferenciado com o uso do SIG IDRISI, sendo que para a correção geométrica da imagem *QuickBird* foi utilizado pontos de controle com coordenadas do sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) com Datum WGS84, adquiridas em campo com o GPS Garmin 12XL e ainda pontos adquiridos em carta topográfica.

A classificação da imagem foi realizada a partir da interpretação visual dos alvos e digitalização das classes de diferentes usos e coberturas na tela do computador, onde aspectos como textura, forma, cor e brilho foram considerados (PINHEIRO & KUX, 2005). Com isto, foi possível identificar, delimitar e extrair as informações de usos da terra e da rede de drenagem que compõe a microbacia Val Paraíso.

Em campo, com o auxílio da imagem de satélite impressa e do aparelho de GPS, foi convalidado alvos espectrais de uso da terra, marcado pontos de conferência de usos, realizado um vasto registro fotográfico, entre outras observações.

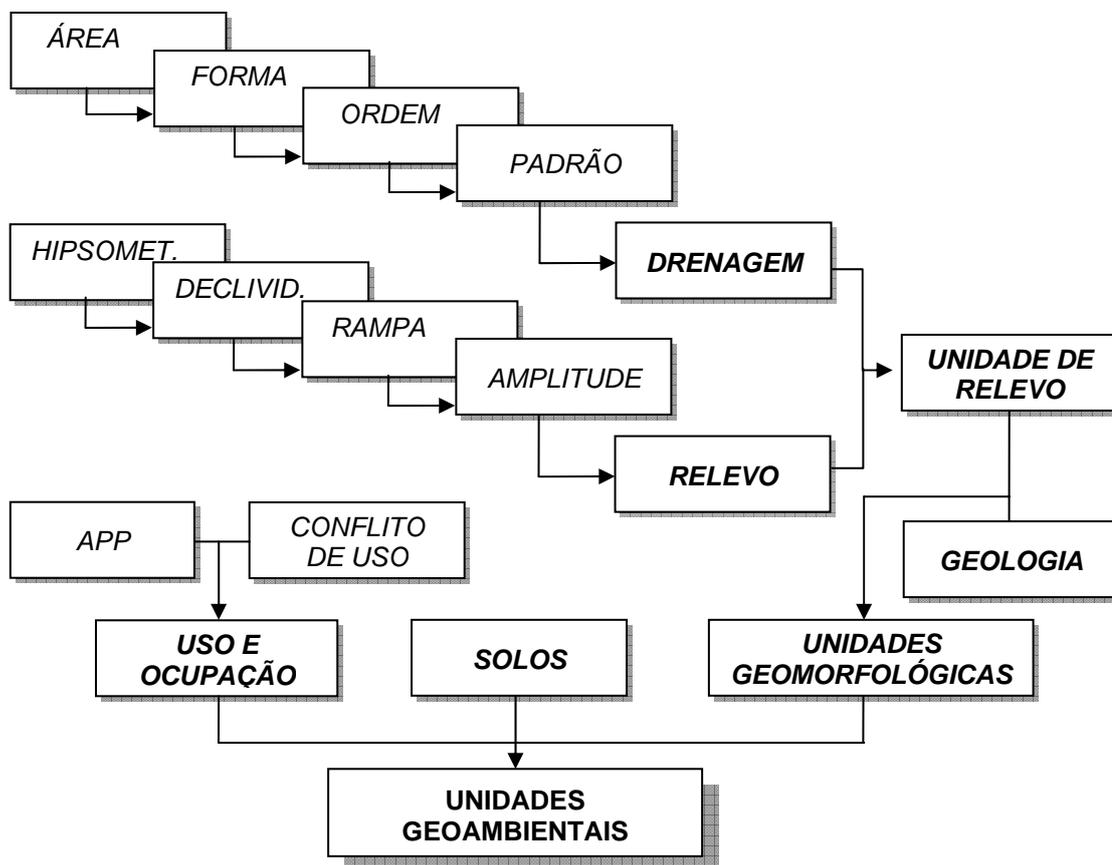
Para maiores informações paisagísticas e da exploração econômica local, os trabalhos de campo foram realizados de forma investigativa, buscando a identificação das formas de usos e ocupação, litologia predominante e tipos de solos a microbacia Val Paraíso.

Para análise integrada dos elementos físicos, ou análise Geoambiental, utilizou-se dos seguintes atributos: rede de drenagem, substrato geológico, climatologia, tipos de solos, formas de relevo, feições superficiais e características ambientais marcantes e uso e ocupação da terra. Estes atributos são informações básicas que se utilizam para a realização do mapeamento.

Na definição de uma unidade homogênea pode-se utilizar o único atributo ou um grupo deles, sendo a base para a análise de uma área.

As principais dificuldades encontradas para a elaboração do mapeamento incluem: identificar, selecionar, delimitar e caracterizar os atributos necessários para a correta definição de cada unidade.

Portanto, para a elaboração do mapeamento, foi indispensável ter clareza dos atributos utilizados, bem como o cuidado com a repetição no uso destes. O ponto fundamental foi definir unidades pertinentes que realmente representem um determinado comportamento. Para isto, seguiu-se um fluxograma com as etapas a ser seguidas, para a definição do Mapa Geoambiental (Figura 03).



Org.: FERNANDES NETO, S.

Figura 03. Fluxograma com as etapas da pesquisa

A construção do banco de dados georreferenciado foi indispensável para o armazenamento e processamento de todas as informações obtidas. O produto final foi definido através da delimitação de áreas com características semelhantes, na tentativa de demonstrar as variáveis de forma integrada possibilitando obter um diagnóstico das potencialidades e fragilidades de cada unidade e assim, representá-las em um mapa denominado de unidades geoambientais.

### 3.3. Elaboração de Mapas

#### 3.3.1. Mapa da rede de drenagem

O mapa da rede hidrográfica da microbacia Val Paraíso foi obtido a partir da análise da carta topográfica em conjunto a interpretação da imagem de satélite *QuickBird*, datada de setembro de 2004. Cabe ressaltar que nesta época do ano, muitos cursos d'água não apresentam água, assim como muitos açudes e barreiros apresentam-se com pouca água, outros a lâmina d'água quase desaparece.

Quanto aos atributos hidrológicos, utilizados para obter os dados morfométricos, pode-se destacar a densidade de drenagem, o fator forma, o padrão de drenagem.

Quanto ao padrão de drenagem predominante foi definido a partir de Christofletti (1974) e se refere ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética, pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

O padrão de drenagem corresponde ao conjunto de canais superficiais e vias de escoamento interno. Sendo que possuem características variáveis quanto à densidade, forma, extensão e direção, que por sua vez são fatores dependentes do material rochoso sobre o qual se encontra desenvolvida a rede de drenagem.

Quanto à hierarquia fluvial, refere-se a classificação de em determinado curso d'água através do número de tributários que este recebe.

Para se estabelecer a hierarquia fluvial, definiu-se primeiramente a ordenação dos canais fluviais de cada microbacia. Para isto, utilizou-se o método de Strahler (1974), em que considera todo curso sem tributário como sendo de primeira ordem. A junção de dois cursos d'água de mesma ordem forma outro de ordem imediatamente superior, sendo que este não se estende a tributários menores, referindo-se apenas a segmentos do canal principal.

A densidade de drenagem ( $Dd$ ) foi analisada a partir de Horton (1945), que a definiu como a relação entre o comprimento total dos canais de escoamento e a área total da microbacia, podendo assim ser calculada através da fórmula:

$$Dd = L/A \quad \dots(1)$$

Em que:

$Dd$  é a densidade da drenagem

$L$  é o comprimento total dos canais (km)

$A$  é a área da microbacia (ha)

Christofolletti (1974) ressalta que em terrenos onde há dificuldades para a infiltração das águas há melhores possibilidades para a esculturação de canais e, portanto, densidade de drenagem tende a ser mais elevado. Também, os fatores do meio físico, sendo: topografia, clima e a vegetação existente, além dos fatores geológicos, podem influenciar nos índices de drenagem de uma área.

Quanto ao índice referente ao *fator forma* ( $Kf$ ) da microbacia, este por sua vez consiste na relação entre a largura média e o comprimento axial da microbacia hidrográfica. A largura média da microbacia é obtida através da divisão de área desta pelo seu comprimento, e o comprimento da bacia corresponde à extensão do canal principal. O  $Kf$  é obtido a partir da equação:

$$K_f = A/L^2 \quad \dots(2)$$

Em que:

$Kf$  é o fator de forma da microbacia (adimensional)

$A$  é a área da bacia (km<sup>2</sup>)

$L$  é o comprimento do canal principal (km)

Ainda foi calculado o *índice de forma* ( $K$ ), no qual correlaciona a extensão do perímetro com a área da bacia, através da equação:

$$K = P/2\sqrt{\pi A} \quad \dots(3)$$

Em que:

$A$  é a área da bacia (km<sup>2</sup>)

$P$  é o perímetro (km).

Obtendo-se assim, o fator forma ( $Kf$ ) e o índice de forma ( $K$ ) da área, onde estas variáveis correlacionam à área total da microbacia ( $A$ ), o perímetro ( $P$ ) e o comprimento da mesma ( $L$ ), tendo como base o valor da unidade, referindo-se assim a uma área com forma circular.

A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, pode ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia da área. A

forma é indicador do tempo de chegada da água que precipita nas vertentes ao curso principal, devendo ser considerado na análise de susceptibilidade a inundações. As bacias de forma mais circular estão sujeitas a ocorrência de inundações nas suas porções mais baixas.

Conforme afirma Vilella & Matos (1975), os valores de fator forma, acima da unidade, representam bacias com forma alongadas e que apresentam um escoamento moderado, não contribuindo para a concentração de águas que possibilitem enchentes.

No software IDRISI, a rede de drenagem foi digitalizada sobre a imagem *QuickBird* georreferenciada, utilizando o módulo *Digitize*. As informações referentes as drenagens foram separadas, quanto sua magnitude, em planos de informações distintos para facilitar a manipulação e posterior quantificação.

### **3.3.2. Mapa Hipsométrico**

Analisando o comportamento espacial das curvas de nível e pontos cotados, obteve-se os dados referentes à hipsometria, utilizando-se do módulo *TinSurf* no SIG IDRISI. Com isto foi possível estabelecer intervalos de classes altimétricas de 40 metros, seguindo a proposta de Sturges, obtendo como limites os seguintes valores:

- ♦ < 260 metros: limite onde o canal principal começa a se tornar mais encaixado no relevo;
- ♦ 300 metros: limite entre o setor do médio e alto curso da microbacia hidrográfica;
- ♦ 340 metros: limite entre o relevo plano em áreas elevadas e o relevo ondulado e forte ondulado.

Através dos limites estabelecidos, elaborou-se o mapa hipsométrico, com a distribuição das altitudes do relevo de forma contínua, pela microbacia hidrográfica, semelhante às curvas de nível em uma carta topográfica.

### **3.3.3. Mapa de Declividade ou Clinográfico**

O mapa clinográfico de acordo com De Biasi (1992), consiste basicamente num “*instrumento com o qual podemos representar e verificar a utilização e o*

*aproveitamento mais racional do terreno procurando assim uma melhor adequação dos usos e projetos que o homem tem para esse ambiente”.*

Para definição das declividades junto à rede de drenagem e aos divisores d'água, foi usada a metodologia proposta por De Biasi (1970), a qual utiliza a construção de um ábaco (gabarito) poligonal, para extrair as declividades de modo analógico, por as curvas de nível plotadas em papel ou sobre cartas topográficas.

Para a definição das classes de declividades existentes na microbacia Val Paraíso, utilizou-se dos parâmetros propostos pela EMBRAPA (1999, p.307):

- ♦ 0 - 3%: referente a relevo Plano – superfície com topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos;

- ♦ 3 - 8%: referente a relevo suave ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50m e de 50m a 100m);

- ♦ 8 - 20%: referente a relevo ondulado – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives moderados;

- ♦ > 20%: referente a relevo forte ondulado – superfície de topografia movimentada, formada por outeiros ou morros (elevações de 50 a 100m e de 100 a 200m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes.

Após a obtenção das classes de declividade com ábaco sobre carta plotada, realizou-se a importação da carta com a utilização do SIG IDRISI, de onde foram extraídas as informações, utilizando o módulo *Digitize*, referentes a cada classe separadamente e quantificadas.

#### **3.3.4. Mapa de Unidades de Relevo**

O mapa definidor das unidades de relevo foi obtido a partir da análise de alguns atributos básicos definidos pela altimetria, sendo análise dos comprimentos das rampas, declividades e amplitudes, determinando assim as formas de relevo.

A delimitação de unidades de relevo, parte da definição destes atributos e de sua influência nos processos de dinâmica superficial. Desta forma, áreas planas em baixas altitudes na bacia estão mais sujeitas as inundações, enquanto área com altitudes mais elevadas podem apresentar uma dinâmica superficial associada processos erosivos.

A medição do comprimento de vertentes da microbacia Val Paraíso foi realizada de forma amostral, onde foram individualizadas

Quanto às amplitudes das vertentes, elas retratam a elevação das feições do relevo, ou seja, a diferença entre as altitudes das vertentes. Já o comprimento de rampas, mede a extensão horizontal das vertentes.

As medidas, destes índices foram dadas a partir do topo até a base das vertentes, sendo medidas na vertical e na horizontal. Com isto definiu-se áreas amostrais, distribuídas nos setores do alto, médio e baixo curso da microbacia Val Paraíso, de onde foram extraídas informações referentes a estes índices.

### **3.3.5. Mapa de Solos**

Com relação aos solos, para a elaboração do mapa temático da microbacia Val Paraíso, levou-se em consideração a descrição dos solos obtidos a partir do Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (1978) e EMBRAPA, (1999). Para a obtenção dos dados foram levados em consideração características referente a textura, espessura, origem, rocha-mãe, entre outras.

A partir da análise da imagem de satélite e da verificação a campo, foi possível identificar e definir características predominantes de materiais, com relação a compacidade ou consistência, espessura e texturas.

### **3.3.6. Mapa Geológico**

O mapa geológico se constitui em um subsídio importante para a compreensão e análise do uso e ocupação de determinada área. O mesmo deve apresentar os diferentes tipos de rochas e estruturas que compõem o substrato rochoso do meio físico, e com isto é imprescindível na realização de mapeamentos geoambientais.

Para o estudo da geologia predominante na microbacia Val paraíso, baseou-se no mapa geológico da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Folha Jaguaribe SB.24 de escala 1:1.000.000 do ano de 2004.

Com visita a campo foi possível confirmar que a área da microbacia Val Paraíso é composta por sequências de rochas cristalinas e rochas sedimentares.

Utilizando-se do SIG IDRISI, foi possível realizar um recorte da área de

estudo, bem como setorizar a mesma com os tipos geológicos encontrados, a partir do mapa da CPRM (2004) e com isto quantificar estas áreas.

### **3.1.7. Mapa de Uso e Ocupação**

O mapa de uso da terra foi gerado a partir da interpretação visual em meio digital de imagem de satélite *QuickBird*, com resolução espacial de 0,6m, datada de setembro de 2004.

A análise do uso e ocupação da terra ocorreu a partir da definição de áreas distintas em formas com expressão poligonal e também com observações “*in loco*”.

Para a individualização das principais classes de usos partiu-se para a interpretação visual de imagem, levando-se em conta a distinção dos padrões de tonalidades e das características das feições da imagem, tais como tamanho, forma e textura, individualizando as áreas com características semelhantes. Com visitas a campo foi possível identificar a fidedignidade das categorias de uso da terra geradas na classificação preliminar e também para eliminar possíveis dúvidas.

De posse dessas informações, foi possível chegar a classificação final do uso da terra, definindo as seguintes classes:

- ♦ Agricultura I: constituída por áreas de lavouras, onde o solo está preparado para o plantio;
- ♦ Agricultura II: constituídas por áreas de lavouras com cobertura vegetal alta, compostas basicamente com cultivo de coco-da-baía, banana e goiaba;
- ♦ Vegetação rala: áreas constituídas por cobertura de vegetação natural típica da caatinga, sendo de vegetação hiperxerófila;
- ♦ Vegetação arbórea: áreas cobertas por vegetação natural arbórea e por mata ciliar;
- ♦ Pastagem: são áreas cobertas por uma vegetação rala e com presença de afloramentos de rocha, muito utilizadas para criação de gado extensivo;
- ♦ Corpos d'água: áreas constituídas pelos açudes e barreiros;
- ♦ Afloramentos: áreas constituídas por afloramentos rochosos em forma de lajedos e blocos;
- ♦ Erosão: áreas com presença de solos degradados e ravinas;
- ♦ Estradas: áreas referentes as vias de acesso encontrados na microbacia;
- ♦ Edificações: refere-se a todas as áreas construídas encontradas na área.

Para cada classe temática de uso, foi criado no IDRISI, um plano de informação, para posterior cruzamento com demais informações já obtidas. Com isto é possível quantificar separadamente cada classe, bem como é possível definir unidades com uso predominantes, áreas com potencial de uso, entre outras.

### **3.3.8. Mapa das Áreas de Preservação Permanente**

Este mapa foi gerado a partir da delimitação das áreas ao longo das drenagens e açudes, com base no artigo 2º e 3º da resolução nº 303 do CONAMA de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente:

- ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura seja:

- de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;

- de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;

- ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de 50 metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

- ao redor de corpos d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros;

No SIG IDRISI, com a interpretação do uso da terra sobre a imagem de satélite *QuickBird*, em conjunto foi extraído as informações de toda a rede de drenagem separadamente e armazenada em um plano de informação específico.

Sobre a rede de drenagem, georreferenciada no IDRISI, foi realizado um "buffer" de 30m para cada lado de toda rede e um de 50 metros ao redor dos açudes e nascentes, definindo-se as áreas a serem preservada conforme a legislação,

### **3.3.9. Mapa das Áreas de Conflito de Usos**

O mapa das áreas de usos conflitantes foi obtido a partir do cruzamento das informações do mapa de uso e ocupação da terra com o mapa das áreas de preservação permanente.

Para a definição das áreas conflitantes, foi observada a legislação vigente,

determinando as áreas que por Lei devem ser preservadas, sendo ao longo das drenagens e matas existentes e, que estão sendo utilizadas.

Para a delimitação das áreas de conflitos, realizou-se a operação conhecida como classificação cruzada, utilizando-se do módulo *Overlay* disponível no SIG IDRISI, obtendo-se assim, o mapa de usos conflitantes.

### **3.3.10. Mapa de Feições Superficiais e características ambientais marcantes**

Este mapa é um dos mais representativos da ocorrência dos processos de dinâmica superficiais que marcam a paisagem da microbacia hidrográfica, pois apresenta os processos atuantes e espacializa os mesmos na área de estudo.

Neste mapa, são identificados os seguintes atributos:

- ♦ Afloramentos de rocha: áreas marcadas pela presença de afloramentos rochosos;
- ♦ Processo erosivo acelerado: feições definidas a partir de áreas degradadas e área com ravinas;
- ♦ Açudes/barreiros: áreas marcadas pelas feições que tiveram sua origem essencialmente de natureza antrópica;
- ♦ Escarpa de contato: área marcada pela presença na paisagem de um degrau de contato, separando a formação de rochas cristalinas das rochas sedimentares.

A classificação destas áreas sobre a imagem de satélite foi possível devido a sua resolução espacial, em conjunto aos trabalhos de campo, foi possível individualizar todas estas áreas.

As formas e processos resultantes da ação antrópica permitem muitas possibilidades de caracterização, avaliação e representação cartográfica dos fenômenos observados. A busca da sistematização dessas informações tem-se dado através da aplicação de diferentes métodos de mapeamento de uso da terra em diversos estudos geoambientais.

### **3.3.11. Mapa das Unidades Geomorfológicas**

Este mapa foi definido a partir da interpretação das litologias encontrada na área da microbacia Val Paraíso, em conjunto as unidades de relevo.

Para a individualização das unidades geomorfológicas, utilizou-se da ferramenta do SIG IDRISI, onde foram cruzados os planos de informações já existentes referentes ao relevo e os dados geológicos, assim, obtendo áreas com características semelhantes, espacializando e quantificando as mesmas.

### **3.3.12. O Mapa de Unidades Geoambientais**

O resultado final do cruzamento destas informações (mapa da rede de drenagem, declividade, hipsométrico, relevo, solos, geológico, geomorfológico, feições superficiais), é o mapeamento e análise das Unidades Geoambientais, que são as formas do terreno resultantes da ação de agentes internos e externos, responsáveis pela delimitação de unidades constituídas de atributos naturais ou antrópicos, distintos e com características próprias.

Trata de um mapa resultante da integração dos dados geográficos, sendo finalizado com a sobreposição dos dados referentes ao uso e ocupação da terra sobre os dados das unidades geomorfológicas.

O Mapa Geoambiental representa uma síntese das características físicas da área, refletindo a homogeneidade quanto as características do relevo e uso e ocupação das áreas, do substrato geológico que compõem os solos e as rochas e ainda quanto às ocorrências de formas recentes de dinâmica superficial do relevo.

No Mapa Geoambiental, estão representadas as áreas com características semelhantes com o comportamento dos processos de dinâmica superficial em decorrências das diferentes formas de uso/ocupação, formação litológica frente aos condicionantes climáticos e da ação antrópica.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Parâmetros de Drenagem

A microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso pertence a sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe, uma das principais sub-bacias do estado da Paraíba, pois é nela que se encontram alguns açudes de grande importância, como fonte de abastecimento para a população da região.

Sua rede de drenagem, quanto à ordem de grandeza, se caracteriza por ser de 4ª ordem, composta por cursos intermitentes. Estes por sua vez, passam boa parte do ano sem a presença de água, isto causado principalmente pela influência dos fatores climáticos predominantes na região (TABELA 01).

TABELA 01. Parâmetros da rede de drenagem da microbacia Val Paraíso

<b>Ordem Grandeza</b>	<b>Comprim. Total (km)</b>	<b>Comprim. Médio (km)</b>	<b>Nº Canais</b>	<b>% do Nº Canais</b>
1ª	62,906	0,42	151	77,44
2ª	36,368	0,98	37	18,97
3ª	19,870	3,31	6	3,08
4ª	10,351	10,35	1	0,51
<b>Total</b>	<b>129,495</b>	<b>-</b>	<b>195</b>	<b>100</b>

Dos canais que compõem a rede de drenagem da área, 77,44% são de primeira ordem, sendo estes os que se apresentam com comprimento médio menor, ou seja, 420 metros/corso d'água, e com isto representando maior densidade por área. Isto vem a confirmar o que relata Christofolletti (1974), que diz "*à medida que aumenta o valor numérico da densidade, há uma diminuição do tamanho dos componentes fluviais da bacia de drenagem*".

Quanto ao arranjo espacial dos canais fluviais, predomina o padrão retangular-dendrítico. O padrão de drenagem corresponde ao conjunto de canais superficiais e vias de escoamento interno, sendo que possui características variáveis quanto à densidade, forma, extensão e direção, que por sua vez são fatores dependentes do material rochoso sobre o qual se encontra desenvolvida a rede de drenagem.

A rede de drenagem pode estar submetida a controle estrutural e tipo de rocha, podendo assim revelar a atitude dos corpos rochosos, a disposição e espaçamento dos planos de fraqueza, bem como ao tipo de material exposto.

O comportamento hidrológico das rochas repercute diretamente na densidade da drenagem, pois naquelas onde a capacidade de infiltração apresenta-se relativamente menor, ocorre um maior escoamento superficial, gerando assim possibilidade de esculturação dos canais, bem como a atuação de processos erosivos.

A densidade de drenagem média encontrada foi de 0,02km/ha, distribuídos por 195 cursos d'água, o que retratam uma área mal drenada.

A determinação da densidade de drenagem fornece uma avaliação do potencial, da bacia hidrográfica, de permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduz a uma ação maior ou menor dos processos erosivos na esculturação dos canais, (RIZZI *et al.*, 1999).

Quando a densidade de drenagem apresenta índices em torno de 0,005km/ha, representa uma bacia com uma drenagem pobre, enquanto índices extremos de 0,035km/ha, indicam uma bacia excepcionalmente bem drenada, segundo (VILELLA & MATTOS, 1975).

Christofoletti (1979) ressalta a importância de se estabelecer a variável de densidade de drenagem de uma área, pois ela representa o grau de dissecação topográfica em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressa à quantidade disponível de canais de escoamento.

A microbacia apresenta ainda 173 açudes/barreiros, sendo estes construídos principalmente para o consumo animal e irrigação de algumas culturas.

Ainda apresenta *índice de forma* de 1,36, retratando tratar-se de uma área medianamente alongada.

A partir da análise dos parâmetros hidrológicos (divisor de águas) em conjunto aos dados hipsométricos e de declividade, foi possível definir e delimitar 3 setores na microbacia Val Paraíso, sendo: Baixo curso, Médio Curso e Alto curso (TABELA 01) (Figura 04).

TABELA 02. Setorização da microbacia Val Paraíso

Setor	Área (ha)	Ordem Dren.	Nº Canais	Densid. Dren. (km/ha)	Altitude (m)	Decliv. Média %	Coef. Rugos. RN	Rampa (m)
Alto Curso	1.385,61	1ª e 2ª	73	0,019	300–415	0,013	0,000	150-400
Médio Curso	3.922,83	2ª e 3ª	90	0,013	240–300	0,141	0,002	300-650
Baixo Curso	2.654,53	3ª e 4ª	32	0,017	228-240	0,003	0,000	650-1200
<b>Total</b>	<b>7.962,97</b>	-	<b>195</b>	-	-			-

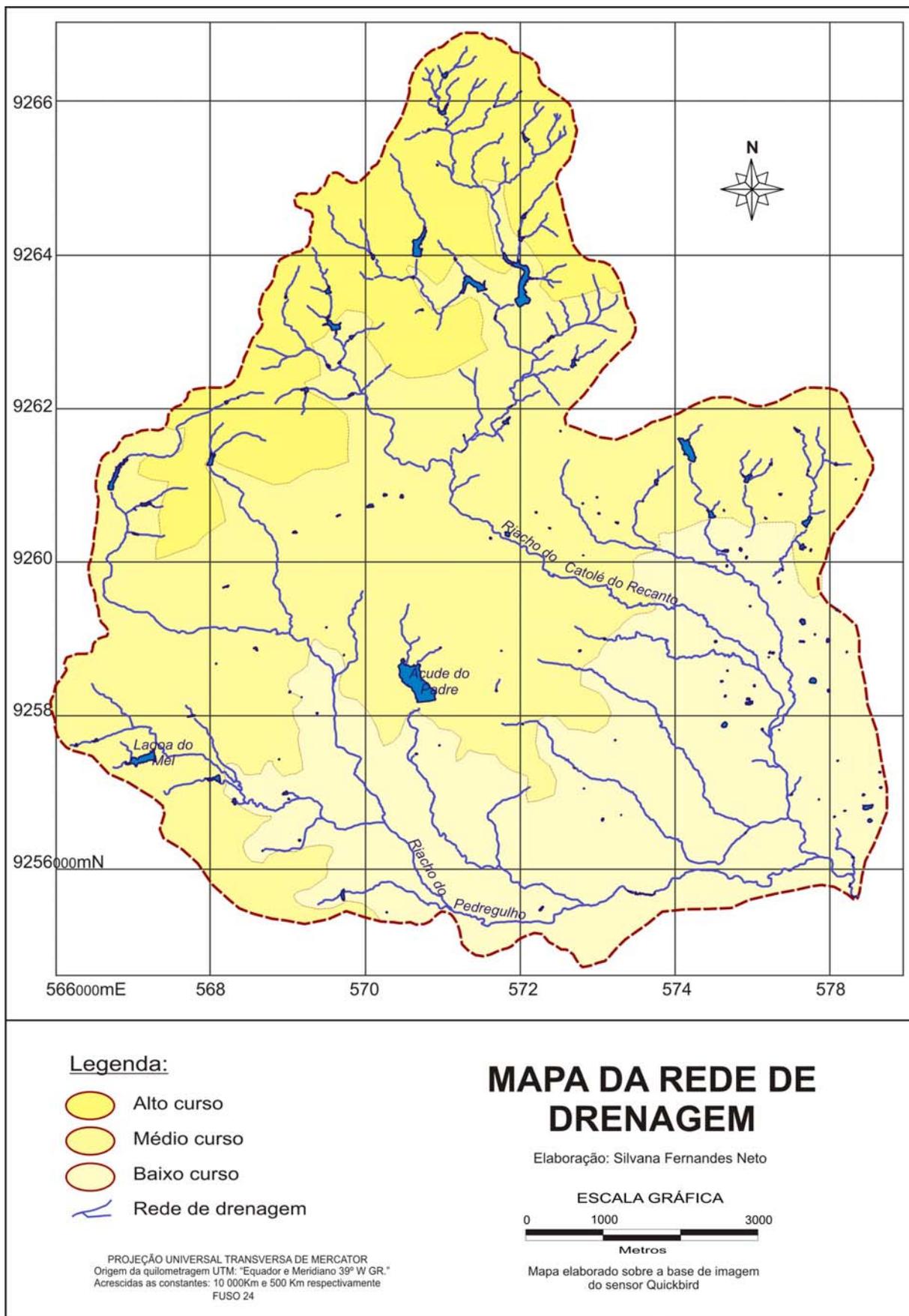
Setor Alto Curso:

Neste setor as altitudes variam de 300 a 415 metros. Este setor uma topografia mais dobrada com relação aos outros setores e também as maiores altitudes. Isto pode ser observado a partir da análise do comprimento de rampa das vertentes que varia de 150 a 400 metros em um desnível de 115 metros.

É no alto curso que se encontram preferencialmente as cabeceiras de drenagens, e também uma hierarquia fluvial de 1º e 2ª ordem, com cerca de 70 canais de drenagens distribuídos por 1.385,61ha, ou seja, uma densidade de drenagem baixa, de apenas 0,019km/ha, com padrão de drenagem retangular – dendrítico.

Christofolletti (1974) relata que o comportamento hidrológico das rochas repercute diretamente na densidade da drenagem, pois naquelas onde a capacidade de infiltração apresenta-se relativamente menor, ocorre um maior escoamento superficial, gerando assim possibilidade de esculturação dos canais, bem como a atuação de processos erosivos.

Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (Christofolletti, 1980).



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 04. Mapa da rede de drenagem da microbacia Val Paraíso

#### Setor do Médio Curso:

Corresponde à parte central da microbacia, com altitudes variando entre 240 a 300 metros. Apresenta uma área de 3.922,83ha com cerca de 90 cursos d'água, sendo predominante os cursos 2ª e 3ª ordem, distribuídos por uma densidade de 13,9 metros/ha.

É neste setor que se encontra uma topografia diferenciada, marcada pela passagem do relevo plano para o um relevo ondulado, por um degrau onde a cota predominante é de 260 metros, visivelmente na paisagem. Este degrau está diretamente associado a litologia encontrada na área.

#### Setor do Baixo Curso:

Representa a planície aluvial, onde se encontra altitudes variando de 228 até 240 metros, e drenagens de 3º e 4ª ordem de grandeza. Apresenta cerca de 30 cursos d'água distribuídos por uma área de 2.654,53ha, representando uma densidade de drenagem de 17,9 m/ha. É neste setor que se encontra a foz da microbacia do Riacho Val Paraíso, que deságua no Rio do Peixe.

## **4.2. Caracterização Geológica**

A microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso apresenta rochas do embasamento cristalino ígneo e metamórfico, componentes do Escudo Brasileiro. Este se apresenta parcialmente recoberto por sedimentos de idades que variam do Pré-Cambriano Superior ao Quaternário, ou seja, rochas das mais antigas até as mais recentes.

Os tipos de rochas existentes são: - *rochas ígneas*: também chamadas de rochas magmáticas, originadas pela solidificação do magma (lava) quando é expelido por vulcões. Tais rochas podem ser intrusivas ou plutônicas se formadas no interior da crosta terrestre (ex.: granito) e extrusivas ou vulcânicas se formadas por meio de erupções vulcânicas na superfície (ex.: basalto); - *rochas sedimentares*: originadas a partir do acúmulo de detritos ou de partículas de outras rochas. Podem ser orgânicas, se formadas por acúmulo ou soterramento de materiais alterados ao manter contato com água ou outra substância, ou detrítica, se formada por fragmentos de rochas ígneas ou metamórficas (ex.: arenito e o calcário); - *rochas metamórficas*: originadas a partir da transformação de rochas ígneas e sedimentares

provocada por variação de temperatura e pressão. Por tal motivo, as rochas metamórficas compreendem a maioria das rochas mais antigas do planeta (ex.: ardósia, mármore).

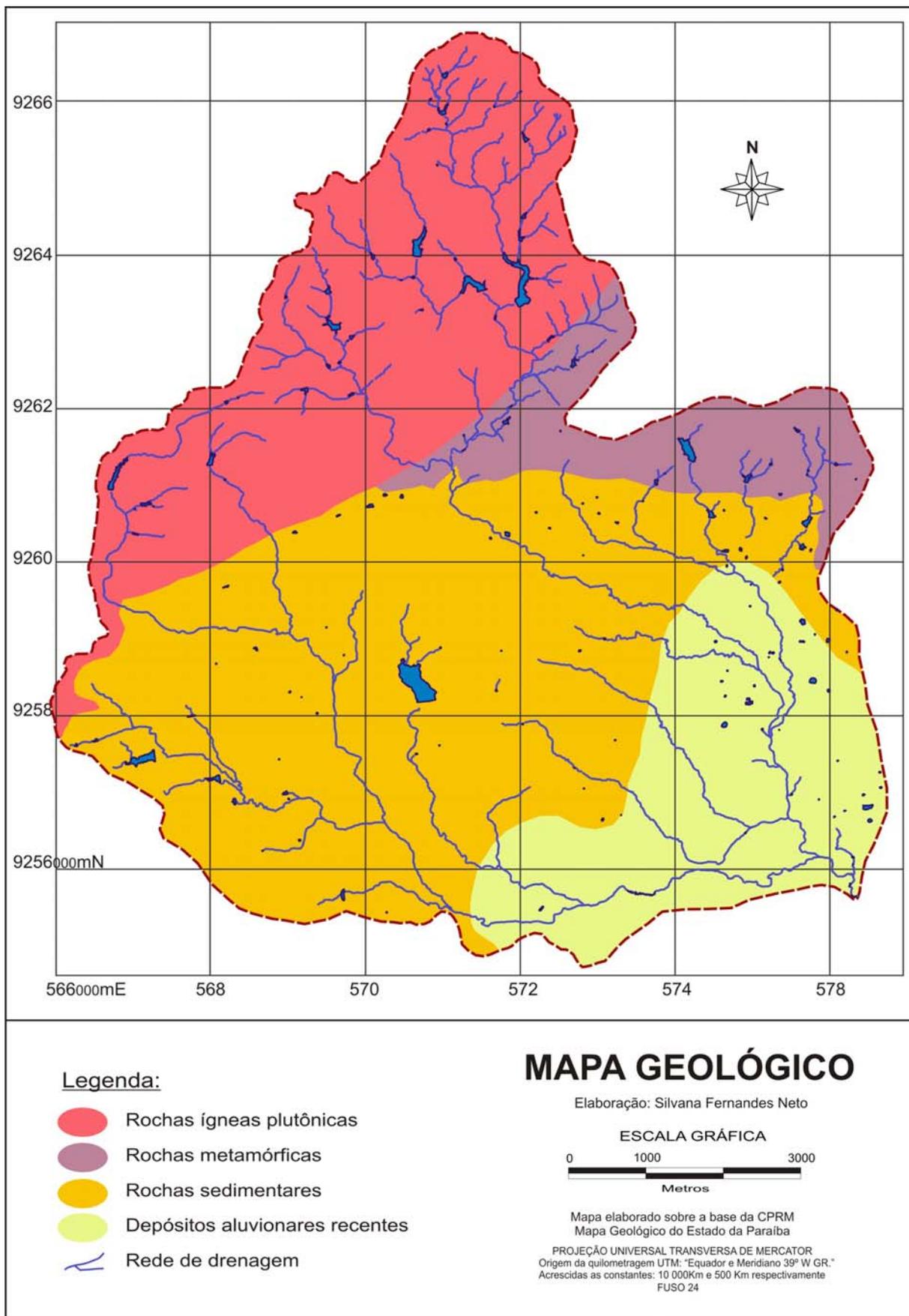
A microbacia Val Paraíso nasce sobre rochas cristalinas do tipo ígnea plutônica e metamórfica, sendo que seu ponto mais alto atinge 415 metros, e deságua sobre rochas sedimentares a uma altitude de 228 metros.

No alto curso da microbacia se encontram as Unidades Litoestratigráficas do Neoproterozóico (1000 Ma), composto por Suíte Calcialcalina de Médio a Alto K Itaporanga (tipo NP3y2cm), composta por granito e granodiorito porfirítico associado a diorito; e rochas metamórficas do Paleoproterozóico (2500 Ma), compostos por Suíte Poço da Cruz (tipo PP3ypc), com rochas do tipo augen-gnaiss granítico, leuco-ortognaiss quartzo monzonítico a granítico, e o Complexo Caicó (tipo PP2ycai), composto por ortognaiss diorítico e granito com restos de supracrustais (CPRM, 2005).

Na porção do médio e baixo curso, as águas escorrem sobre as Unidades do Mesozóico (245 Ma), compostas pela Formação Antenor Navarro (tipo K1an), com arenito fino a grosso, siltito e argilito e a Formação Souza (tipo K1sz), composta por siltito, argilito, folhelho, arenito calcífero e presença de estratificação plano-paralelo; e do Cenozóico (0,01 Ma), composta por Depósitos Aluvionares (tipo Q2a) apresentando areia, cascalho e níveis de argila (TABELA 03) (Figura 05).

TABELA 03. Geologia encontrada na área da microbacia Val Paraíso

<b>Tipo Geológico</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área</b>
Ígneas plutônicas	2.000,85	25,13
Metamórficas	629,68	7,91
Sedimentares	4.585,17	57,58
Depósitos recentes	747,27	9,38
<b>Total</b>	<b>7.962,97</b>	<b>100</b>



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 05. Mapa Geológico da microbacia Val Paraíso

### 4.3. Uso e Ocupação do Solo

O uso da terra reflete nas variáveis que estão interagindo-se de forma constante, sistêmica e dinâmica na paisagem rural do espaço geográfico, onde o agricultor muitas vezes não possui o conhecimento necessário para preservar o equilíbrio natural da região, nem tão pouco para ocupar áreas favoráveis ao desenvolvimento agrícola, agindo erroneamente sobre a área.

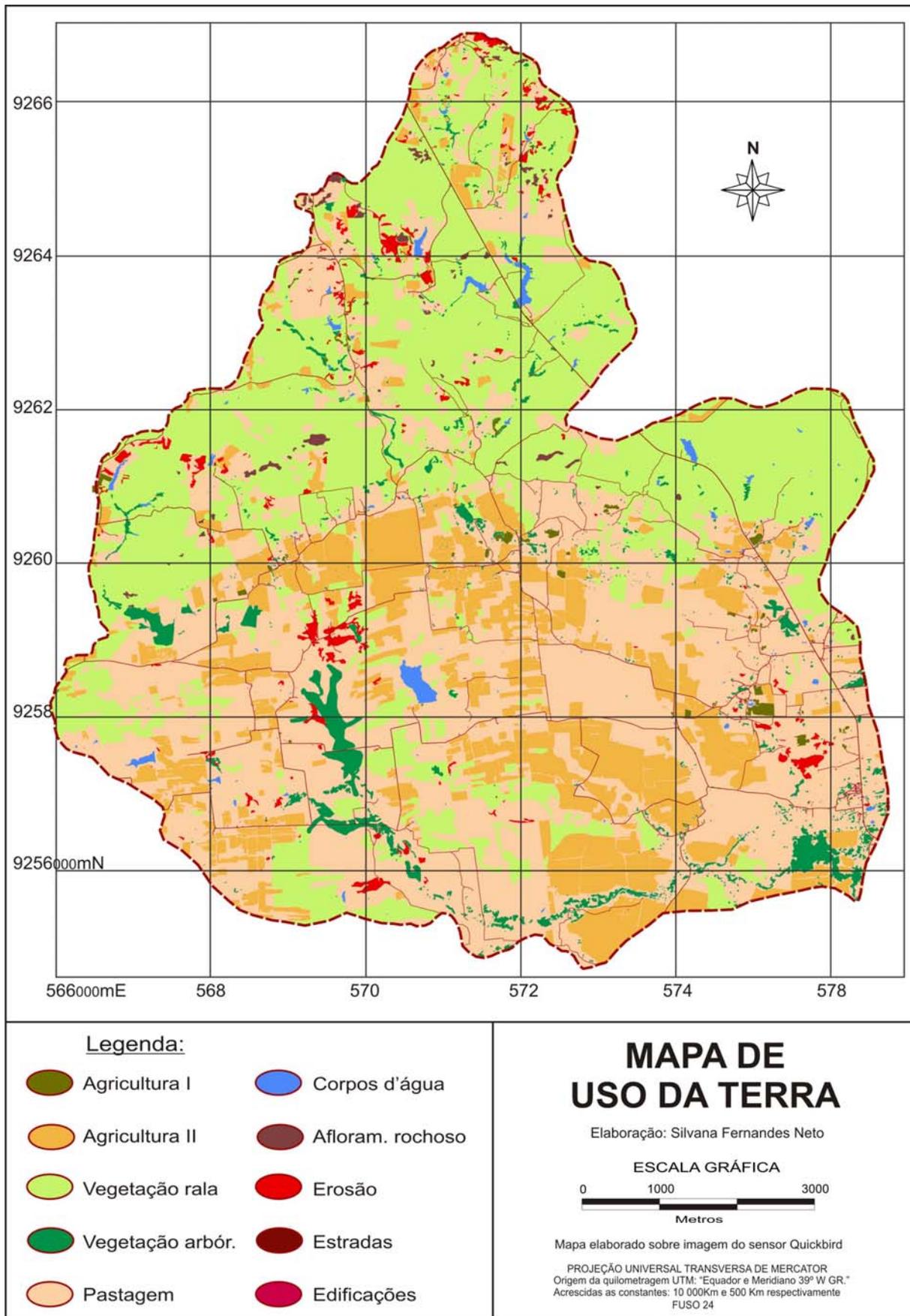
Para Mota (1981) o uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e desequilíbrio ecológico. É necessário que a atuação do homem no meio ambiente seja planejada e adequada de modo que os efeitos ao ambiente físico sejam os menores possíveis.

Assim é necessário que o acompanhamento e distribuição espacial do uso e ocupação do solo sejam analisados constantemente para auxiliar nos estudos de desenvolvimento de determinada região (ROSA, 2003).

Na microbacia Val Paraíso, o uso do solo foi obtido a partir da interpretação da imagem do sensor *QuickBird*, datada de setembro de 2004, período seco na região. Cabe ressaltar que pela época do ano da imagem, alguns dados de usos podem ficar prejudicados e isto pode mascarar um pouco os resultados.

O levantamento do uso da terra em determinado espaço é um subsídio fundamental para a compreensão dos padrões de organização espacial.

Para a área de estudo, foi possível definir e quantificar, dez (10) classes de usos, conforme a seguir (TABELA 04) (Figura 06).



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 06. Mapa de uso da terra da microbacia Val Paraíso

TABELA 04. Área total e distribuição percentual das classes de usos de solo da microbacia riacho Val Paraíso.

<b>Uso da Terra</b>	<b>Características</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área</b>
Agricultura I	Áreas cultivadas	28,38	0,36
Agricultura II	Áreas com solo preparado para cultivo	1.298,39	16,31
Vegetação rala	Espécies da caatinga	2.814,20	35,34
Vegetação arbórea	Espécies plantadas e mata ciliar	240,44	3,02
Pastagem	Áreas cobertas por gramíneas	3.278,93	41,18
Corpos d'água	Açudes e barreiros	49,71	0,62
Afloramento	Áreas com rocha exposta	32,68	0,41
Erosão	Áreas com processo erosivo	101,09	1,27
Estradas	Vias de acesso	111,52	1,40
Edificações	Áreas construídas	7,65	0,10
<b>Total</b>		<b>7962,97</b>	<b>100,00</b>

As áreas denominadas como **agricultura I e II**, são aquelas que se encontram com o solo exposto, preparado para o cultivo e aquelas onde se encontram com cultivo de capineiras, milho, feijão e frutíferas (côco-da-baía, banana e goiaba) (Figuras 07 e 08).



Figura 07. Imagem com cultivo de capim para forragem



Figura 08. Cultivo de frutíferas - coco-da-baía (ao fundo) e goiaba

Estas áreas representam uma área aproximadamente 1.300ha, localizadas preferencialmente no setor do baixo curso, sendo onde predomina os solos aluviais e os vertissolos, sobre substrato sedimentar, com elevado teor de argila, apresentando alguns problemas de salinidade e de drenagem.

As áreas ocupadas com **vegetação rala** foram consideradas as áreas com predomínio de vegetação típica da caatinga, composta por *Caatinga Hiperxerófila* com trechos de *Floresta Caducifólia*. As plantas possuem porte, predominantemente arbustivo e arbóreo, com extrato herbáceo no período das chuvas. Este tipo de vegetação se encontra preferencialmente no setor do médio e alto curso da microbacia, recobrando uma área de 2.814,20ha, representando 35% de toda a área da microbacia.

Por estas áreas apresentarem uma vegetação não muito densa, é comum a utilização das mesmas para criação extensiva de gado (Figura 09).



Figura 09. Vegetação típica da caatinga no período chuvoso.

Este tipo de vegetação encontra-se estabelecida preferencialmente sobre argissolos e planossolos, pouco profundos, com textura arenosa cascalhenta, e com presença de afloramentos. Estes solos encontram-se sobre substrato gnaisse e granito.

Para a **vegetação arbórea**, foram considerados como tal alguns remanescentes de mata ciliar e algumas espécies típicas da região, com destaque para os juazeiros e as carnaúbas.

Esta vegetação recobre apenas uma área de 240,44ha, ou seja, 3% da microbacia, estando localizada preferencialmente no setor do baixo e médio curso, próximo a rede de drenagem.

A presença das carnaúbas é marcante em algumas áreas, destacando-se na paisagem. Isto talvez, pelo fato das mesmas serem um indicador de umidade por onde elas aparecem, ou seja, que o lençol freático encontra-se próximo a superfície (Figura 10).



Figura 10. Imagens apresentando a presença de carnaúbas

As áreas definidas como **pastagem nativa**, são aquelas que se encontram desmatadas, com presença de solos pedregosos e com vegetação de gramíneas, muito utilizadas para criação de pecuária extensiva. Estas áreas representam 41,18% da microbacia, distribuídos por toda a área (Figura 11).



Figura 11. Imagens apresentando solo pedregoso, utilizado para pastoreio do gado

No setor do baixo curso, estas áreas se destacam, por estarem sobre substrato sedimentar, com a presença de arenitos com estratificação plano-paralela aflorando na superfície, dificultando o crescimento de vegetação entre estes estratos, e assim, são muito utilizadas com criação de gado (Figura 12).



Figura 12. Imagens com a presença de arenitos com estratificação plano-paralela

As áreas denominadas de **corpos d'água** foram consideradas aquelas com presença de açudes e barreiros. Estas áreas representam apenas 0,6% da microbacia, talvez pela época do ano em que foi adquirida a imagem, por ser do mês de setembro, período seco na região. Mas mesmo assim, foi possível quantificar uma superfície de lâmina de água de 49,7ha, distribuídos por 173 corpos d'água (Figura 13).



Figura 13. Imagem com a representação dos açudes presentes na microbacia Val Paraíso.

As áreas ocupadas com **afloramentos** foram consideradas todas aquelas em que as rochas encontram-se expostas. Estas áreas predominantemente foram encontradas no setor do médio e alto curso microbacia.

Representam uma área de 32,68ha, predominantemente sobre rochas cristalinas e aflorando em forma de blocos ou lajedo (Figura 14).



Figura 14. Imagens apresentando afloramento rochoso

As áreas com presença de **erosão** foram consideradas todas aquelas marcadas pela presença ação dos processos erosivos avançados, com presença de erosão laminar e de ravinamentos. Estes processos erosivos aparecem principalmente em áreas que foram utilizadas incorretamente para o cultivo e em áreas associados a meia encosta e cabeceiras de drenagens (Figura 15 e 16).

Estas áreas representam 1,27% da microbacia, sendo 101,09ha, localizadas no setor do médio e alto curso, sobre solos que apresentam certa fragilidade, pouco profundos, com A fraco e textura cascalhenta.



Figura 15. Imagens apresentando processos erosivos avançados em meia encosta



Figura 16. Imagem com processo erosivo causado pelo uso incorreto do solo

O processo de erosão laminar pode estar associado ao escoamento superficial difuso das águas de chuva, sobre solos frágeis, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo. Já a erosão em sulcos, ou em ravinas, são aquelas causadas pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, nas áreas com topografia rebaixada, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno.

As áreas definidas com **edificações e estradas** são todas aquelas com a presença de algum tipo de construção visível na imagem de satélite, sendo as

residências dos moradores locais, pontes e as vias de acesso. Perfazem um total de 119,17ha distribuídos dentro da microbacia (Figura 17).



Figura 17. Imagem apresentando uma via de acesso e uma residência da microbacia Val Paraíso

#### **4.4. Áreas de Preservação Permanente**

Conforme Código Florestal brasileiro considera-se de preservação permanente, áreas de florestas e demais formas de vegetações naturais situados ao longo de qualquer curso d'água e nascentes.

Na microbacia hidrográfica do riacho Val Paraíso, foram definidas e quantificadas as áreas de preservação permanentes, as áreas marginais de 50 metros ao redor de nascentes e açudes e de 30 metros ao longo das drenagens. Ainda consideram-se de preservação permanente aquelas áreas cobertas pela vegetação arbórea (mata nativa) que se localizam principalmente próximas aos cursos d'água.

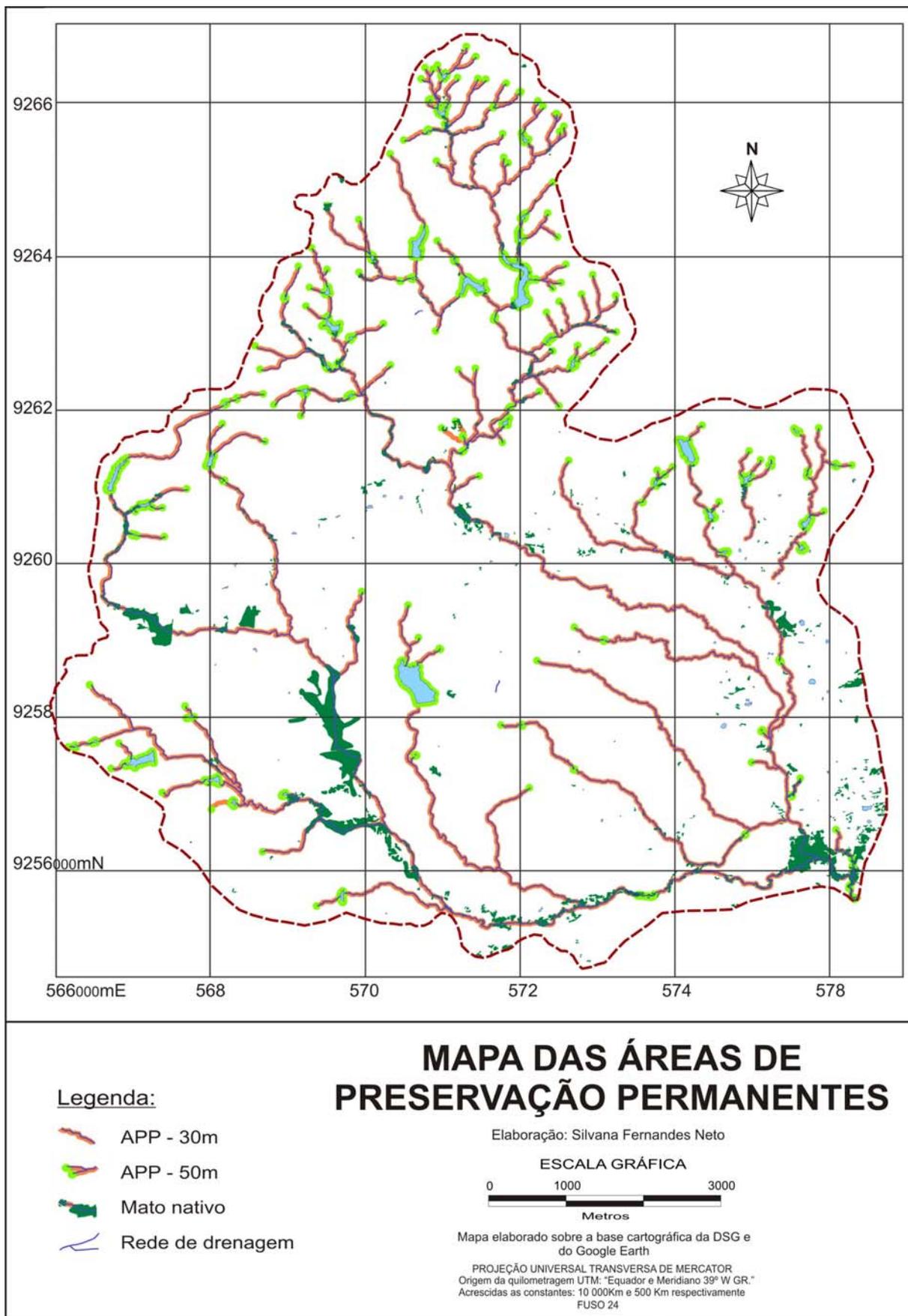
Os dados sintetizados das áreas de preservação permanentes encontrados na microbacia encontram-se dispostos na TABELA 05.

TABELA 05. Dados referentes às áreas de preservação permanentes (APPs)

<b>APPs</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área</b>
30 metros	584,26	7,33
50 metros	242,02	3,04
Mato nativo	240,44	3,02
<b>Total</b>	<b>1.066,72</b>	<b>13,39</b>

As áreas de preservação compreendem 1.066,72ha da microbacia, sendo que 3,04%, ou seja, 242,02ha estão compreendidos ao redor de nascentes e açudes e 584,26ha, ao longo dos cursos d'água e 240,44ha de mato nativo (Figura 18).

Considerando-se as categorias de APPs mencionadas, o Código Florestal promove a proteção efetiva de 1.066,72ha da microbacia Val Paraíso. Isto corresponde a 13,39% da área total da mesma.



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 18. Mapa de uso da terra da microbacia Val Paraíso

#### 4.5. Áreas de Uso Conflitante

As áreas denominadas de uso conflitante ou em desacordo com a legislação vigente, são todas aquelas obtidas a partir do cruzamento dos dados referentes ao uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente.

O cruzamento dos dados possibilitou a identificação das áreas que estão sendo ocupadas inadequadamente (TABELA 06).

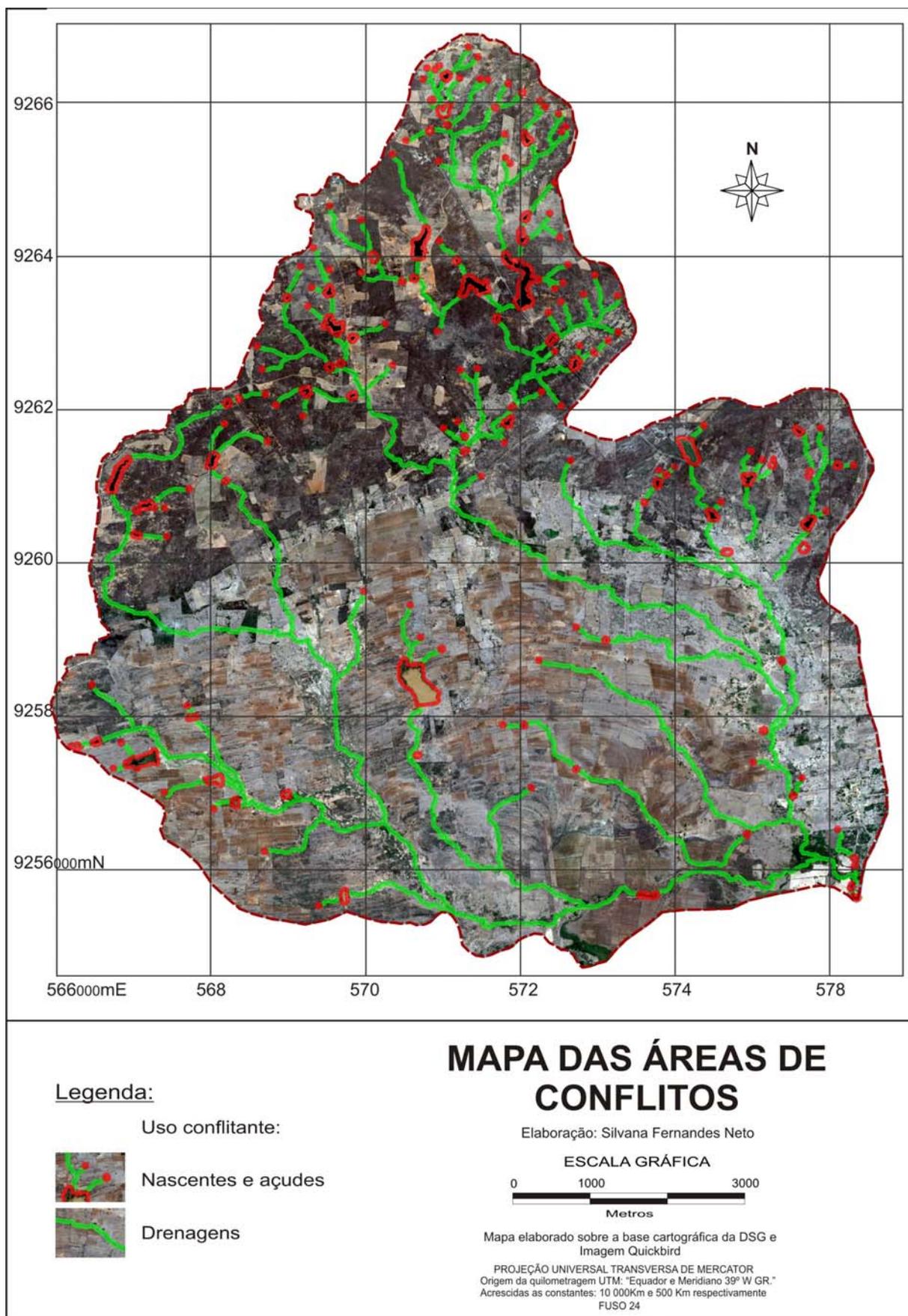
TABELA 06. Áreas de uso conflitante.

<b>Uso da terra</b>	<b>APP 50m</b>	<b>APP 30m</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% do total</b>
Agricultura I	1,14	4,14	5,28	0,07
Agricultura II	7,96	25,26	33,22	0,42
Pastagem	93,02	295,19	388,21	4,88
Erosão	6,03	6,68	12,71	0,16
Estradas	2,89	6,95	9,84	0,12
Edificações	0,09	0,11	0,20	0,00
<b>Total</b>	<b>111,13</b>	<b>338,33</b>	<b>449,46</b>	<b>5,65</b>

As áreas ocupadas com vegetação rala, vegetação arbórea, corpos d'água e afloramento, que estão dentro da área considerada de preservação permanente, foram considerados como área de uso adequado, ou seja, 6% do total da área, que equivale a 477,76ha.

As áreas ocupadas com agricultura I, agricultura II, pastagens, estradas, edificações e erosão, foram consideradas com uso conflitante, ou seja, em desacordo com a legislação vigente, estando dentro das áreas destinadas a preservação, perfazem um total de 449,46ha (Figura 19).

Observa-se que existem 0,20ha de área construída dentro da área de preservação, bem como 38,50ha ocupados com agricultura e 388,21ha ocupados com uso de pastagens, confirmando o conflito de uso na microbacia.



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 19. Mapa das áreas de usos conflitantes na microbacia Val Paraíso

#### 4.6. Características Pedológicas

Com relação aos solos predominantes na região são bastante variados, com características particulares e em diferentes quantidades. Nos *Patamares Compridos e Baixas Vertentes* do relevo suave ondulado ocorrem os *Planossolos*, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; Nos *Topos e Altas Vertentes*, os solos são *Brunos não Cálcicos (Neossolos)*, rasos e fertilidade natural alta; Nos *Topos e Altas Vertentes* do relevo ondulado ocorrem os *Podzólicos*, drenados e fertilidade natural média e nas *Elevações Residuais*, os solos são *Litólicos (Neossolos)*, rasos, pedregosos e com fertilidade natural média (CPRM, 2005).

Os solos encontrados na microbacia Val Paraíso, na sua grande maioria são solos pouco desenvolvidos, rasos, de textura média a arenosa, pouco ácidos a praticamente neutros, com média a alta fertilidade natural.

Estes solos apresentam limitações de uso como deficiência de água, susceptibilidade a processos erosivos, pedregosidade, salinidade, alcalinidade e drenagem (ABEAS, 2007).

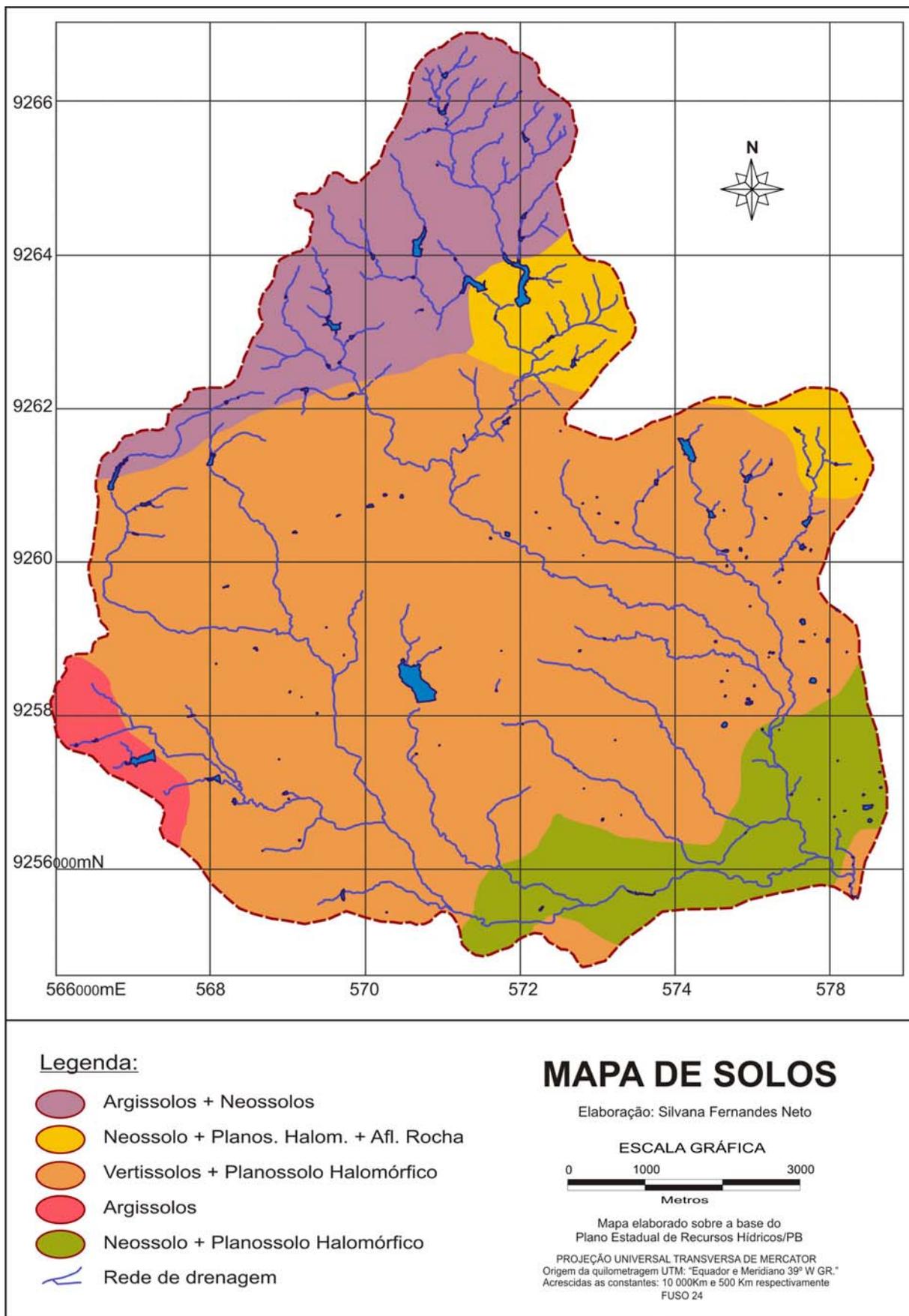
Analisando o mapa de solos do Estado da Paraíba (1978), foi possível identificar, compilar e quantificar os tipos de solos predominantes na microbacia Val Paraíso (Tabela 07).

TABELA 07. Tipos de solos encontrados na microbacia Val Paraíso

<b>Tipo de Solos*</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área</b>
Solo I	781,94	9,82
Solo II	440,97	5,54
Solo III	5.339,32	67,05
Solo IV	158,09	1,99
Solo V	1.242,65	15,61
<b>Total</b>	<b>7.962,97</b>	<b>100</b>

- \* Solo I: Neossolos + Planossolos Halomórficos
- Solo II: Neossolos + Planossolos Halomórficos + Afloramentos Rochosos
- Solo III: Vertissolos + Planossolos Halomórficos
- Solo IV: Argissolos
- Solo V: Neossolos + Argissolos

Os tipos de solos se encontram distribuídos pela microbacia, conforme Mapa a seguir (Figura 20).



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 20. Mapa de Solos da microbacia Val Paraíso

↪ Solos do tipo Neossolos + Planossolos Halomórficos: são associações de solos que apresentam textura indiscriminada, com horizonte A fraco, textura indiscriminada e difícil drenagem.

Estes solos são encontrados predominantemente em áreas com relevo Plano, compondo cerca de 780ha, ou seja, 9,82% de toda a microbacia, ocupando o setor do Baixo curso, já junto à área de acumulação da planície de inundação do Rio do Peixe

↪ Os solos Vertissolos + Planossolos Halomórficos, são predominantes na microbacia, compondo cerca de 70% de toda a área, são encontrados principalmente do setor do Baixo curso, junto a planície de inundação. São compostos de associações que apresentam A moderado a fraco em conjunto a Ta, com tendências a liberação de sais, baixa capacidade de infiltração e com textura média, encontrados em áreas com relevo plano.

↪ O solo tipo Argissolos, caracteriza-se por ser pouco profundo com horizonte A fraco e textura média com presença de cascalho. Algumas vezes este solo pode apresentar problemas de salinidade caso haja presença de solódio.

Este tipo de solo é o que aparece com menor frequência na área estudada, pois compõe apenas 158ha, ou seja, 1,99% de toda a área. É encontrado, principalmente sobre relevo suave ondulado, compondo parte do setor do Médio curso, na porção oeste da microbacia.

↪ O solo do tipo Neossolos + Argissolos: são associações de solos que apresentam horizonte A fraco, predominância de textura argilosa e cascalhenta, normalmente encontrado em áreas em que o relevo é suave ondulado a ondulado. Os solos caracterizam por apresentarem um horizonte A fraco, com textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, normalmente encontrado em áreas com relevo ondulado, onde o substrato é de gnaiss e granito.

Este tipo de solo é encontrado no setor Alto curso da microbacia e representa 15,61% de toda a área, ou seja, 1.243ha, sendo o segundo tipo de solo significativo encontrado.

↪ Os solos do tipo Neossolos + Planossolos Halomórficos + Afloramento rochoso, aparecem recobrimdo 5,54% da microbacia. São compostos por associações de solos que apresentam horizonte A fraco e com textura arenosa, fase pedregosa e rochosa, normalmente encontrados em áreas de relevo suave ondulado e ondulado, com substrato gnaiss e granito; com solos que apresentam horizonte A

fraco e textura média, encontrados em relevo plano e suave ondulado; e ainda solos com afloramento de rocha.

Este tipo de solo é encontrado na microbacia Val Paraíso, no setor do Médio Curso, a nordeste da área.

#### 4.7. Características do Relevo

A área de estudo está inserida na Mesorregião do Sertão Paraibano, na unidade Geomorfológica da Depressão Sertaneja. Esta por sua vez é caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, com relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (CPRM, 2005).

Dentro do contexto de planejamento ambiental, em bacia hidrográfica, o relevo participa como um dos componentes que serve como indicador das potencialidades dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, das fragilidades dos ambientes naturais (ROSS, 2001: p.354).

O relevo é apenas um dos componentes da litosfera e que está intrinsecamente relacionado com as rochas que o sustenta, com o clima que o esculpe e com os solos que o recobre. As formas diferenciadas do relevo decorrem, portanto, da atuação simultânea, porém, desigual das atividades climáticas, de um lado e da escultura da litosfera de outro, pois estes dois fatores não se comportam sempre iguais ambos se modificam continuamente (ROSS, 2001: p.355).

A microbacia Val Paraíso apresenta declividade média de 2,65%, com altitudes variando de 228 metros até 415 metros (TABELA 08).

TABELA 08. Características do relevo da microbacia do Val Paraíso.

Maior Altitude (m) <i>AM</i>	Menor Altitude (m) <i>Am</i>	Altitude Média (m) <i>Hm</i>	Amplitude Altimétrica (m) <i>H</i>	Razão Relevo <i>Rr</i>	Coef. Rugos. <i>RN</i>	Declivid. Média (%) <i>D</i>	Fator Forma <i>Ff</i>
415	228	321,5	187	0,02	0,01	2,65	0,52

Com uma amplitude altimétrica de 187 metros, a microbacia se caracteriza por ser levemente ondulada a ondulada e com um coeficiente de rugosidade médio de 0,01.

O coeficiente de rugosidade representa um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais, quanto suas características para atividades agrícolas, pecuária e florestamentos. Na microbacia Val Paraíso, o valor encontrado do coeficiente médio, foi de 0,01 e isto retrata tratar de uma área com aptidão para uso agrícola (ROCHA, 1997).

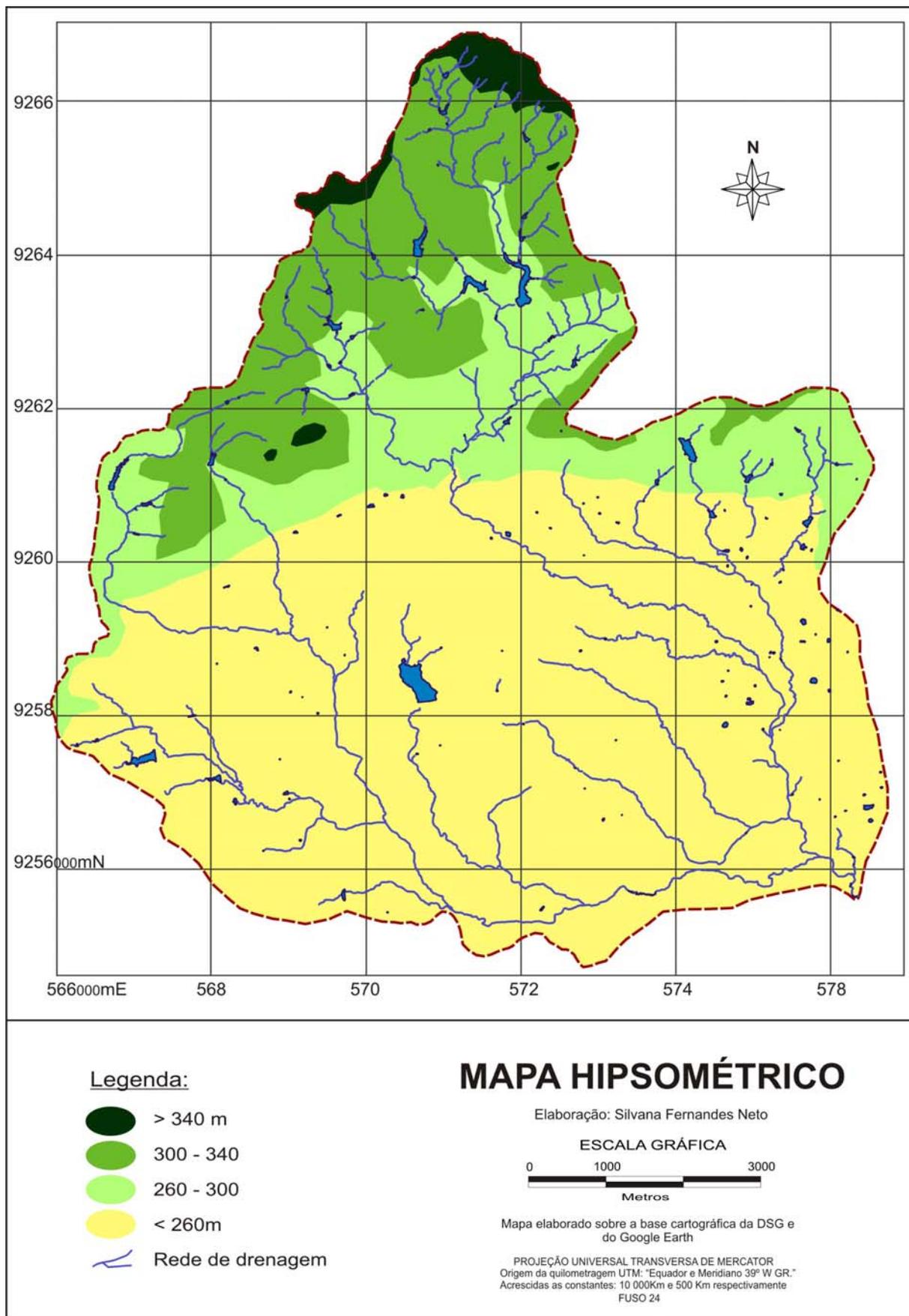
#### 4.8. Hipsometria

A microbacia Val Paraíso apresenta uma variação altimétrica de 187 metros, sendo que seu ponto de maior cota, de 415 metros, encontra-se junto ao divisor de águas, na porção norte da microbacia. Já a de menor cota altimétrica, sendo 228 metros, encontra-se próximo a foz da drenagem, na margem do Rio do Peixe.

Realizou-se a compartimentação altimétrica do terreno da microbacia, a fim de melhor representar a área quanto as suas altitudes. Para isto, foi analisada a quantidade e cotas das curvas de nível existentes na área, definindo então, quatro classes altimétricas (TABELA 09) (Figura 21).

TABELA 09. Classes de intervalos altimétricos - hipsometria

<b>Classes</b>	<b>Intervalos (m)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da área</b>
<b>I</b>	< 260	5.011,25	62,93
<b>II</b>	260 – 300	1.478,70	18,57
<b>III</b>	300 – 340	1.335,61	16,77
<b>IV</b>	> 340	137,41	1,73
<b>Total</b>		<b>7.962,97</b>	<b>100</b>



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 21. Mapa Hipsométrico da microbacia Val Paraíso

#### CLASSE I:

A primeira classe altimétrica representa à área próxima a jusante da microbacia, abrangendo 5011,25ha das áreas pertencentes aos setores do Baixo e Médio Curso. Seus limites são marcados pelo divisor de águas e pela curva de nível de 260 metros.

A topografia desta área pode ser considerada como praticamente plana, e, portanto, é nesta área que ocorre parte do processo de deposição fluvial dos sedimentos deslocados pelas drenagens para o Baixo curso. Estas áreas baixas são constituídas de depósitos aluviais recentes compostas por sedimentos inconsolidados, predominando materiais arenosos, com estratificação cruzada, que foram retrabalhados, dos arenitos que integram a região, no caso, provenientes da Formação Antenor Navarro e Souza.

#### CLASSE II e III:

A segunda e terceira classe é marcada pelos limites altimétricos de 260 a 340 metros. Apresentam uma topografia leve-ondulada a ondulada, com uma variação amplitude altimétrica de 80 metros. Nestas áreas é que se encontram alguns afloramentos de rocha e também a presença de processos erosivos.

#### CLASSE IV:

Esta classe aparece com menor representatividade na microbacia, sendo apenas 1,73% da área. Localizada no Alto curso, apresenta uma amplitude altimétrica de 75 metros, representada pelo relevo de topo, ondulado a forte ondulado. É onde encontramos áreas com afloramentos de rochas em forma de lajedo e blocos.

### **4.9. Declividade**

O fator declividade representa um dos atributos mais importantes quando se trata de análise de vertentes. A declividade representa a inclinação do terreno em relação ao plano horizonte, ou seja, a inclinação da vertente e pode ser expressa em graus ou em percentual.

Vertentes com declives acentuados estão mais propícias a ação dos processos erosivos e apresentam restrições quanto ao uso.

A definição, quanto às classes de declividades, encontradas na microbacia Val Paraíso foi baseada nos parâmetros estabelecidos pela EMBRAPA (1999, p.307), obtendo-se assim quatro classes de declividade (TABELA 10).

TABELA 10. Classes de declividades e tipos de relevos da microbacia

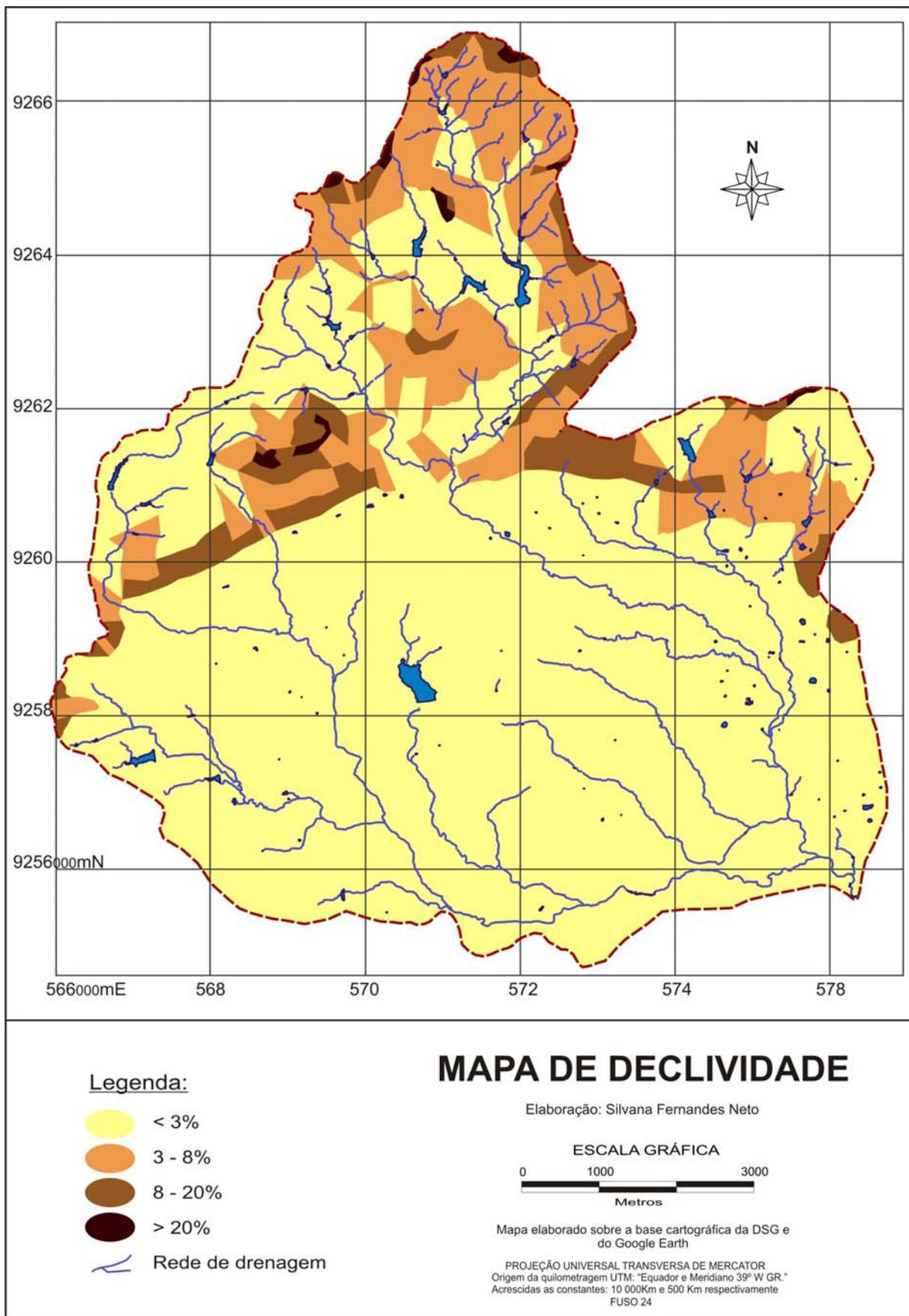
<b>Classes</b>	<b>Intervalos (%)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% da Área</b>	<b>Tipo de Relevo</b>
1	< 3	6.210,79	78,00	Plano
2	3 - 8	1.265,49	15,89	Suave Ondulado
3	8 - 20	445,35	5,59	Ondulado
4	> 20	41,44	0,52	Forte Ondulado
<b>Total</b>		<b>7.962,97</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Os resultados mostram que na microbacia Val Paraíso há o predomínio das declividades menores que 3%, pois esta classe ocupa 78% de toda a área, ou seja, 6.210,79 ha. Ocupa a área, definida a partir da interpretação da rede de drenagem, do Baixo curso e Médio Curso, onde o relevo se caracteriza como plano (Figura 22).

As declividades entre 3 e 8%, ocupam uma área de 15,89% de toda a microbacia, representando um relevo suave-ondulado, localizadas no Médio e Alto curso.

As declividades de 8 a 20% compreendem uma área de 445,35ha, ou seja, 5,59% de toda a microbacia. É neste intervalo de classe que predomina o relevo ondulado, que se localiza no Alto curso da área.

Ainda no setor do Alto curso, é onde se encontra as declividades maiores que 20%. Correspondem apenas 0,52% do total da área, mas é marcante pela presença de um relevo forte ondulado.



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 22. Mapa de Declividade da microbacia Val Paraíso

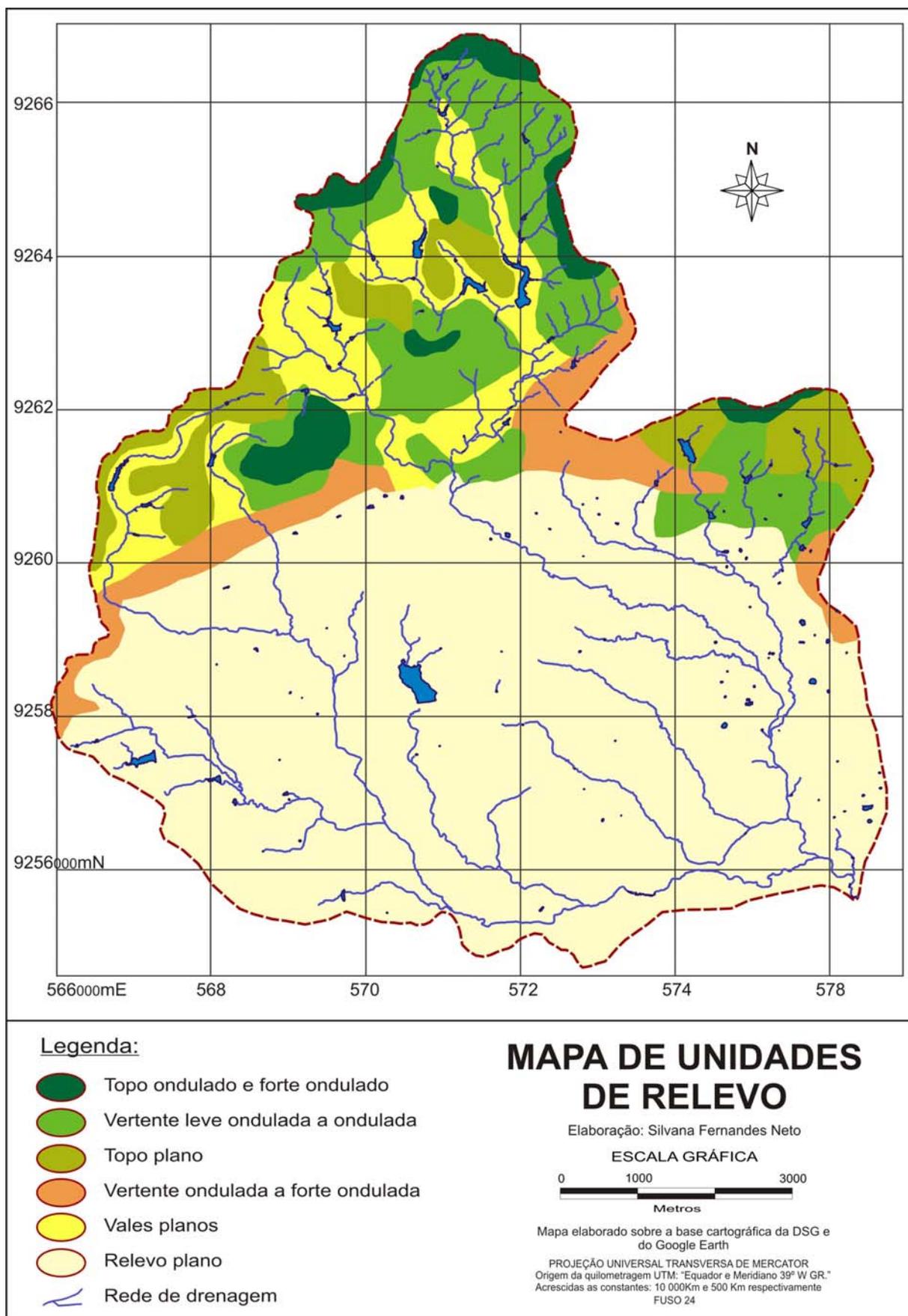
O fator de declividade baixa, < 3%, de relevo plano, pode estar associado ao tipo geológico encontrado na área, sendo predominante de rochas sedimentares, com predomínio de arenitos finos, siltitos, argilitos e folhelhos, ainda presença de estratificação plano-paralelo e ainda por depósitos aluvionares recentes.

As declividades acima de 3% predominam nos setores do Médio e Alto curso, com um relevo variando de suave ondulado a fortemente ondulado. Nestes setores é que predominam sequências geológicas compostas por rochas ígneas plutônicas com predominância de granitóides e rochas metamórficas, com predominância de ortognaisses.

#### **4.10. Unidades de Relevo**

É entendido como unidade de relevo, o conjunto de formas semelhantes, geneticamente homogêneas, individualizadas em razão de suas características morfológicas (área, largura média, amplitude altimétrica) e morfométricas (referentes a rede de drenagem).

Para classificação das unidades de relevo da microbacia hidrográfica do riacho Val Paraíso, utilizou-se dos parâmetros de drenagem, hipsometria e declividade. Com a interpretação destes dados, definiram-se duas unidades de relevo, sendo a Unidade I denominada de Relevo Ondulado e a Unidade II denominada de Relevo Plano (Figura 23).



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 23. Mapa de Unidades de Relevo da microbacia Val Paraíso

A unidade I, por possuir um relevo ondulado e apresentar características diferenciadas, foi subdividida cinco subunidades denominadas: Topo ondulado e forte-ondulado, Vertente leve-ondulada a ondulada, Topo plano, Vertente ondulada a forte ondulada e Vales planos (TABELA 11).

TABELA 11. Classes de declividades por unidade de relevo

Unidades	Subunidades	Área (ha)	% da Área	Declividades – Área (ha)			
				< 3%	3 – 8%	8 – 20%	> 20%
<i>UNIDADE I</i> <i>Relevo Ondulado</i>	Topo ondulado a forte-ondulado	279,69	3,51	8,70	78,32	151,24	41,43
	Vertente leve-ondulada a ondulada	1.077,84	13,54	96,66	979,16	2,02	-
	Topo plano	525,82	6,60	497,83	27,98	-	-
	Vertente ondulada a forte ondulada	452,04	5,68	35,89	124,59	291,56	-
	Vales planos	757,11	9,51	701,96	55,12	0,10	-
<i>UNIDADE II</i> <i>Relevo Plano</i>	-	4.870,47	61,16	4.869,85	0,15	0,40	-
<b>Total de Área</b>		<b>7.962,97</b>	<b>100</b>	<b>6.210,89</b>	<b>1.265,32</b>	<b>445,32</b>	<b>41,43</b>

### **UNIDADE I – Relevo Ondulado**

Esta unidade se caracteriza por estar localizada no setor do Alto curso da microbacia, com altitudes variando entre 260 e 415 metros. O relevo se apresenta como sendo dobrado ou ondulado, recobrando uma superfície areal de 2.956,73ha, ou seja, representando 37% da área.

Nesta unidade, por apresentar relevo ondulado, os solos predominantes são compostos de associações de Argissolos e Neossolos, ou seja, solos pouco profundos, com textura argilosa, média cascalhenta e com substrato de gnaiss e granito.

As declividades, mais representativas encontradas nesta unidade, são as de 3 a 8%, distribuídas por uma área de 979,16ha.

### **Subunidade 1 - Topo ondulado e forte-ondulado**

Esta subunidade encontra-se localizada predominantemente na porção de topo, nos divisores de águas da microbacia. Caracteriza-se por apresentar uma amplitude altimétrica na ordem de 30 metros, com declividades que variam de menor que 3% até maiores que 20%. Isto demonstra tratar de uma subunidade onde o relevo se comporta até forte ondulado. Há presença de processos erosivos, afloramentos de rochas e também o predomínio de vegetação rala, típica da caatinga, perfazendo 72% de toda a área, ou seja, 202ha.

Nesta subunidade, encontram-se ainda os morrotes, que são representados por elevações que se destacam na paisagem, são elevações isoladas, formados por rochas do cristalino e com topos arredondados.

### **Subunidade 2 - Vertente leve-ondulada a ondulada**

Esta subunidade é a que aparece com mais significância por toda a unidade, representando uma área de 1.077ha. As declividades encontradas variam de menor que 3% até 20% de inclinação, sendo que há o predomínio das declividades entre 3 e 8%, o que retrata o relevo ondulado. Nesta subunidade, são encontradas grande maioria das drenagens de 1ª e 2ª ordem, e o uso do solo encontrado varia com agricultura, pecuária, edificações, vegetação de caatinga e a presença de processo erosivos marcantes nesta subunidade.

### **Subunidade 3 - Topo plano**

Esta subunidade foi individualizada por representar as áreas com relevo praticamente plano, predominando as declividades menores que 3%. Encontra-se localizada nas partes altas e planas, entre os divisores de água dos principais cursos existentes, com altitudes próximas de 300metros. Nestas áreas, predominam o uso com vegetação típica da caatinga e algumas áreas de pastagem, usada para criação de pecuária extensiva.

### **Subunidade 4 - Vertente ondulada a forte ondulada**

Esta subunidade é marcada por estar praticamente entre a cota 260 a 280 metros, formando uma barra divisora entre a Unidade I e a II. Com relação a sua área, é relativamente pequena, de apenas 452ha, se comparadas com as outras

subunidades. Apresenta declividades que variam de menor que 3% até 20%, sendo que as que predominam são de 8 a 20%, com 291,56ha.

Existem poucos cursos d'água, que apenas cruzam cortando a subunidade em direção a jusante. Ainda é marcada pela presença de vegetação típica de caatinga hiperxerófila.

### **Subunidade 5 - Vales planos**

O relevo predominante é marcado por vales planos, pois esta subunidade se estende praticamente no sentido Norte-Sul, acompanhando a calha das principais drenagens existentes na microbacia. Quanto ao uso, são encontrados alguns açudes barrando o curso principal da drenagem, bem como algumas áreas com agricultura, pastagem e vegetação típica da caatinga.

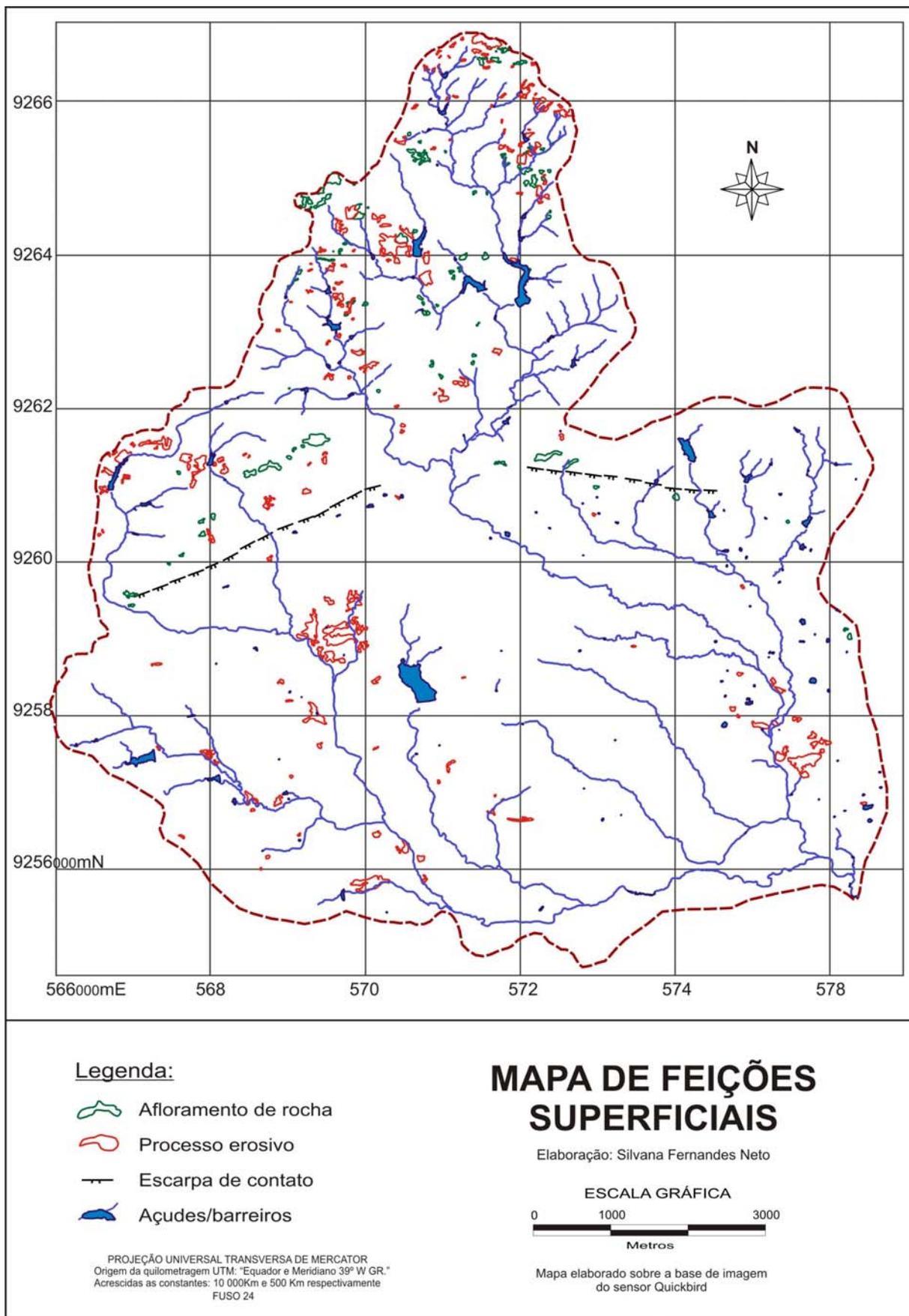
## **UNIDADE II – Relevo Plano**

Esta unidade encontra-se localizada nos setores do Médio e Baixo curso da microbacia. Suas altitudes variam de 228 a 260 metros, uma amplitude de apenas 32metros. O relevo se apresenta como sendo levemente ondulado, recobrimdo uma área de 5.006,24ha, dou seja 63% de toda a microbacia Val Paraíso. Há o predomínio das declividades menores que 3% de inclinação, marcados pela presença maciça de uso com agricultura e pecuária extensiva, pois se trata de uma área composta basicamente por rochas sedimentares, com alguns extratos cruzados, o que dificulta o cultivo, e então estas áreas são muito utilizadas para pecuária.

### **4.11. Feições Superficiais**

Algumas feições superficiais e características ambientais marcam a paisagem regional. Estas feições definem a ação acelerada dos processos de dinâmica superficial, o grau proteção dos solos e a fragilidade do meio.

Dentre as feições superficiais marcantes, estão apresentados: os afloramentos de rocha, processo erosivo, açudes/barreiros e escarpa de contato (Figura 24).



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 24. Mapa das Feições Superficiais marcantes na microbacia

### ***Afloramento de Rocha***

A presença destas feições é marcada na área, devido estar associado ao tipo litológico em conjunto a ação do tempo. Estas feições resultam principalmente pela ação dos processos de intemperismo sobre as zonas de fraqueza rochas que compõem o complexo cristalino.

A ocorrência deste tipo de feição se dá principalmente em forma de lajedo e blocos, associados a meia encosta e áreas de cabeceira de drenagem (Figura 25).



Figura 25. Afloramento rochoso em forma de lajedo e em blocos

### ***Processos erosivos acelerados***

A fragilidade do substrato geológico, em conjunto a ação climática, torna vulnerável a geração de processos erosivos avançados com erosão laminar e ravinas. Isto acaba sendo um índice preocupante para a área, uma vez que estes processos estão sendo intensificado pela ação antrópica.

Estes processos marcam uma forma acelerada de erosão dos solos e que aparece com freqüência na região, principalmente, em áreas que foram exploradas inadequadamente, áreas associadas a meia encosta, cabeceiras de drenagens, nas camadas zonas de contato com afloramento do lençol freático (Figura 26).



Figura 26. Processo erosivo junto a drenagem e meia encosta

### ***Escarpa de Contato***

Esta área de escarpa é definida por vertentes com inclinação em torno de 20% e amplitudes pouco superiores a 20 metros. Esta feição é visivelmente identificada na paisagem, por formar um degrau no relevo, marcando a área de contato geológico entre as rochas do cristalino e as sedimentares (Figura 27).



Figura 27. Escarpa de contato entre rochas do cristalino e sedimentar

### ***Açudes/barreiros***

Os açudes e barreiros são barreiras ou escavações realizadas transversalmente a uma drenagem ou em áreas destinadas para armazenar água a fim de represar para utilização no abastecimento humano, irrigação ou dessedentação animal (Figura 28).



Figura 28. Imagem apresentando os açudes e barreiros

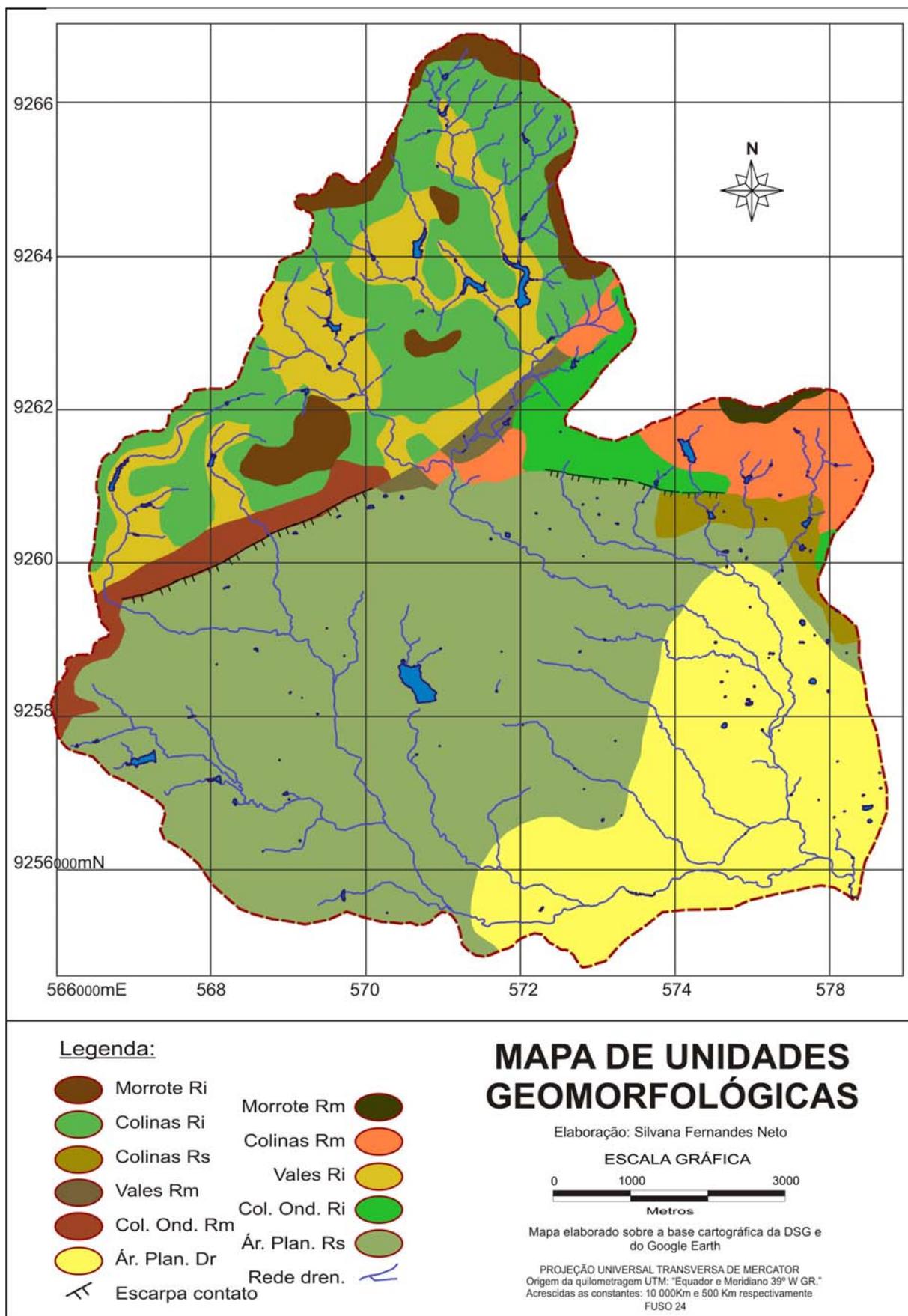
#### 4.12. Unidades Geomorfológicas

A microbacia hidrográfica riacho Val Paraíso encontra-se inserida na unidade Geomorfológica da Depressão Sertaneja, a qual possui superfícies erosivas planas e ligeiramente dissecadas, submetidas a processos de sedimentação.

Na microbacia, ocorre uma diversidade de formas e litologias distribuídas por toda a área. Assim, foi estabelecido cinco unidades geomorfológicas com características semelhantes quanto ao tipo de relevo, litologia e declividade (TABELA 12) (Figura 29).

TABELA 12. Quantificação das unidades geomorfológicas da microbacia

UNIDADES	Tipos de Rochas			Depósitos Recentes (ha)	Área Total (ha)	% Área
	ÍGNEAS (ha)	METAM. (ha).	SEDIM. (ha)			
Morrotos	254.21	25.78	-	-	279.98	3,52
Colinas	1117.12	382.22	136.16	-	1635.50	20,54
Vales	687.97	69.14	-	-	757.11	9,51
Colina Ondulada	196.14	224.03	-	-	420.18	5,27
Áreas Planas	-	-	3410.56	1459.64	4870.20	61,16
<b>TOTAL</b>	<b>2.255,44</b>	<b>701,17</b>	<b>3.546,72</b>	<b>1.459,64</b>	<b>7.962,97</b>	<b>100</b>



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 29. Mapa das Unidades Geomorfológicas da microbacia Val Paraíso

### **Unidade de Morrotes sobre rocha Ígnea plutônica**

Esta unidade compreende os morrotes formados de rochas ígneas plutônicas, com predomínio de granitos, que marcam a paisagem, principalmente, o Alto curso da microbacia. Representam uma área de 254ha, onde as declividades variam acima de 8% de inclinação. Os solos desta unidade são associações de argissolos + neossolos, com textura fraca, argilosa, cascalhenta e média arenosa. Há ocorrência de afloramento de rocha em forma de lajedo e blocos nesta unidade.

### **Unidade de Morrotes sobre rocha metamórfica**

Nesta unidade, os morrotes são formados por rochas metamórficas, representando cerca de 26ha. Os solos predominantes são compostos por associações de Litólicos, com Solonetz Solodizado mais afloramentos de rocha. Há o predomínio de textura arenosa, com A fraco e substrato de gnaiss.

### **Unidade de Colina Plana sobre rocha Ígnea plutônica**

Esta é definida por colinas de rochas ígneas, predominando no setor do Alto curso. Compreende 1117ha de área, sobre uma topografia com que varia até 8% de declividade. Nesta unidade os solos predominantes são aqueles oriundos de rochas ígneas, sendo associações de de argissolos com neossolos, pouco desenvolvidos, raso e pedregoso. A presença de processos erosivos é freqüente nesta unidade.

### **Unidade de Colinas sobre rocha metamórfica**

Esta unidade encontra-se localizada na porção leste da microbacia, perfazendo um área de 382ha. Os solos predominantes são associações de neossolos com planossolos halomórficos, com tendências a liberação de sais, mais afloramentos rochosos, sobre altitudes variam em torno de 300 metros.

### **Unidade de Colinas sobre rocha sedimentar**

Localizada no setor do Baixo curso, esta unidade é composta por colinas de rochas sedimentares, da Formação Antenor Navarro, com solos que se caracterizam por ser rasos, com elevado teor de argila, elevada capacidade de reter água e com tendências de liberação de sais. Estes solos compõem associações de vertissolos com planossolos halomórficos. As declividades predominantes nesta unidade variam de 3 a 8%.

### **Unidade de Vales sobre rocha Ígnea plutônica**

Estes vales se localizam no setor do Alto curso, junto à rede de drenagem principal. Caracterizam-se por serem, na sua grande maioria com fundo plano, predominando as declividades em torno de 3%, estendendo por uma área de 687,97ha. Há ocorrência de processos erosivos nesta unidade.

### **Unidade de Vales sobre rocha metamórfica**

Esta unidade é considerada pequena, sendo de apenas 69ha, encontrada junto à rede de drenagem, marcando uma área de contato entre duas unidades geológicas, entre rochas ígneas plutônicas e as rochas metamórficas. O relevo se apresenta com declive que varia até 8% nesta unidade.

### **Unidade de Colina Ondulada sobre rocha Ígnea plutônica**

Esta unidade é marcada por um divisor entre o setor do Baixo com o Médio curso. Pode ser considerada uma área de contato entre as rochas ígneas plutônicas e as rochas sedimentares. Forma um degrau na paisagem, marcando a área de contato entre rochas do cristalino e rochas sedimentares, onde suas altitudes variam de 260 a 300 metros, com declividades predominantes de 8 a 20%. Os solos

encontrados predominam associações de argissolos com neossolos, abrangendo uma área de 196,14ha.

### **Unidade de Colina Ondulada sobre rocha metamórfica**

Localizado junto ao divisor de águas na parte central da microbacia, esta unidade é marcada por ser uma área de topo e com altitudes variando entre 260 a 300 metros e declividades de 3 a 20%. Ocorre a presença de afloramentos rochosos nesta unidade e solos que se caracterizam por serem associações de neossolos com planossolos halomórficos.

### **Unidade de áreas planas sobre rocha sedimentar**

Esta unidade encontra-se inserida no setor do Baixo curso, totalizando uma área de 3410ha. É a unidade mais representativa encontrada na microbacia. Suas declividades variam até 3%, caracterizando um relevo praticamente plano. Nesta unidade são encontrados processos erosivos, bem como afloramento de arenitos conglomeráticos e com estratificação cruzada. Estes arenitos são provindos das rochas sedimentares da Formação Antenor Navarro que predomina na unidade. Os solos encontrados são do tipo argissolos, pouco profundos e textura média e associações de vertissolos com planossolos halomórficos.

### **Unidade de áreas planas sobre depósitos recentes**

Esta unidade se caracteriza pelo relevo apresentar uma topografia plana, composta por sedimentos de depósitos recentes aluvionares, com fragmentos originados de rochas sedimentares da Formação Souza. Os solos se caracterizam por apresentar areia, cascalho e níveis de argila, textura indiscriminada e podendo apresentar teores de sais. É composta por declividades que variam até 3%, representando uma área de 1459,64ha. Encontra-se localizada no setor do Baixo curso, na porção sul da microbacia, já próximo a planície de inundação.

## 5. INTEGRAÇÃO DOS DADOS GEOGRÁFICOS PARA ANÁLISE AMBIENTAL

Este capítulo apresenta os aspectos físicos-naturais que condicionam o ambiente (relevo, geologia, solos) e o uso e ocupação da terra, de uma forma integrada permitindo a elaboração de diretrizes para a gestão racional da área. Estes dados estão representados cartograficamente através de um Mapa Geoambiental.

Para a elaboração deste mapeamento, são consideradas ainda, as potencialidades e fragilidades naturais do terreno, bem como os possíveis impactos decorrentes da interação do homem com o meio natural (QUADRO 01 e Figura 30).

Foram definidas sete unidades geoambientais definidas para a microbacia Val Paraíso (TABELA13):

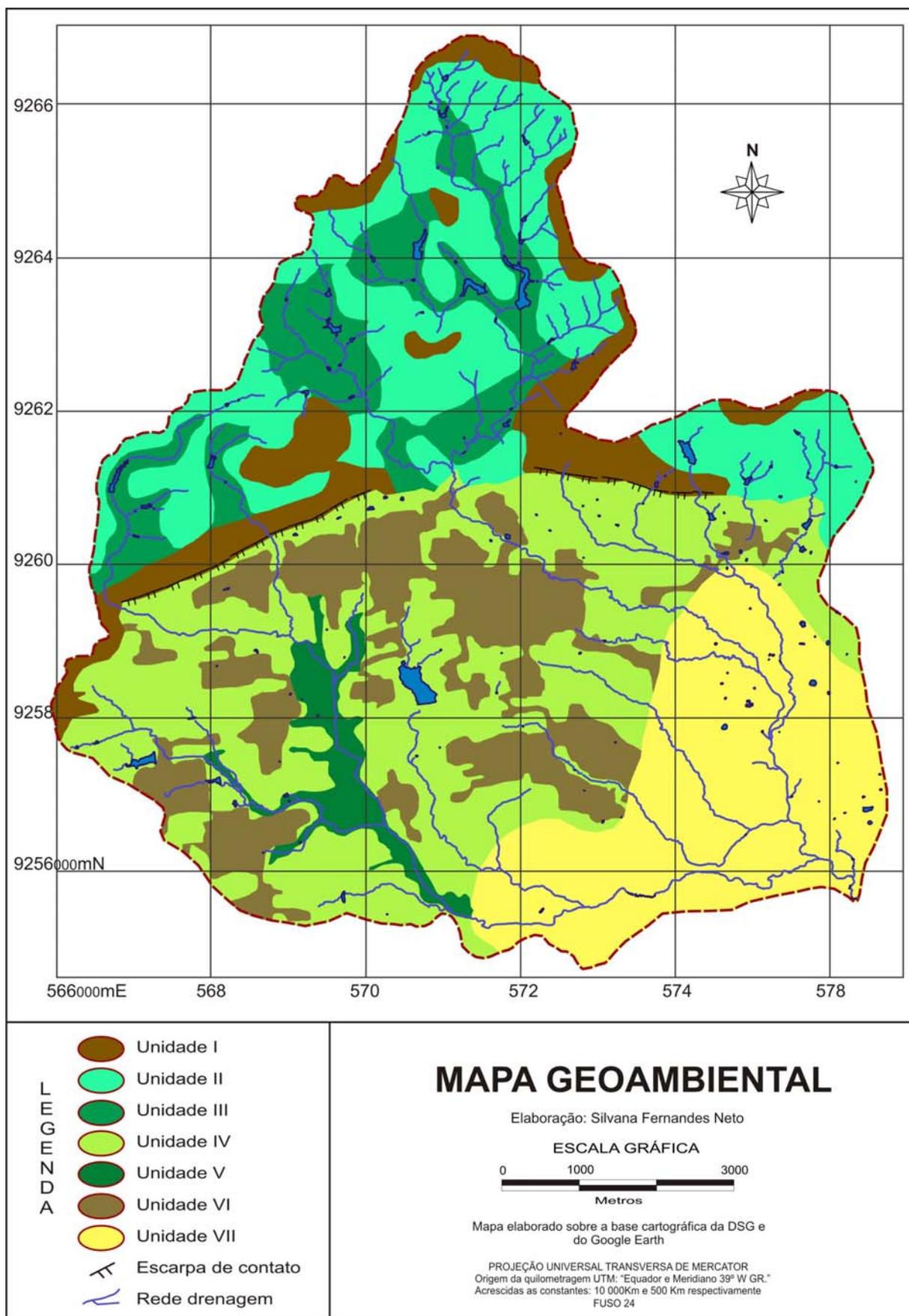
TABELA 13. Unidades Geoambientais da microbacia

<b>UNIDADE</b>	<b>Área Total</b>	<b>% Área</b>
I	693,11	8,70
II	1.502,69	18,87
III	756,76	9,50
IV	2.187,07	27,47
V	230,39	2,89
VI	1.133,50	14,23
VII	1.459,55	18,33
<b>Total</b>	<b>7.962,97</b>	<b>100,00</b>

QUADRO 01. Resumo das Unidades Geoambientais com suas potencialidades e fragilidades

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>PECULIARIDADES</b>	Áreas com relevo ondulado a forte ondulado, com presença de afloramentos e morrotes	Áreas com relevo o plano a suave ondulado em altitudes, com presença de afloramento em forma de lajedo e blocos sobre substrato de granito e gnaisse	Áreas com relevo de vales com fundo plano, com presença de cursos d'água e açudes	Áreas com topografia plana e presença de afloramentos de rocha sedimentar	Áreas com relevo plano e presença de carnaúbas	Áreas com relevo plano e presença de uso agrícola	Áreas de planície aluvionar com depósito sedimentar recente
<b>FRAGILIDADES</b>	Área com presença de substrato de rochas cristalinas, com isto os solos são frágeis e rasos; há a necessidade de preservação da vegetação nativa junto às encostas e áreas propícias a ação de processos erosivos	Área com solos pouco profundos, com baixa fertilidade e susceptíveis a ação erosiva; há falta de vegetação ciliar junto às nascentes e cursos d'água	Área com solos frágeis susceptíveis a ação erosiva; há ocupação humana em áreas protegidas por lei, existe a necessidade de preservação de vegetação nativa; há falta de vegetação ciliar junto às nascentes e cursos d'água, e há criação de gado extensivo	Os solos da área apresentam substrato sedimentar e com níveis de argila, na área há ocorrência de rochas areníticas com estratificação plano-paralela, presença de desmatamento e queimadas	A área está associada a unidade de conservação, sendo que há ausência de vegetação nativa e ocorre presença de ocupação com residências	Os solos da área são arenosos e apresentam substrato sedimentar e com níveis de argila, há a inexistência de vegetação nativa e também a destruição dos cursos d'água	Áreas associadas às unidades de preservação, apresentando vegetação nativa, carnaúbas e juazeiros. Os solos constituem teor elevado de argila e sais, sendo imperfeitamente drenados e apresentando gretas de contração; as áreas apresentam restrições de uso agrícola e estão sujeitas a inundações

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>POTENCIALIDADES</b>	<p>A área pode ser utilizada como abrigo para flora e fauna silvestre e ainda possui grande potencial turístico</p>	<p>A área pode ser utilizada para criação de pecuária semi-intensiva obedecendo um plano de controle; para o cultivo de pequenas lavouras com práticas conservacionistas, ainda com o cultivo de frutíferas de sequeiro (umbu, siriguela, maracujá-do-mato), com o plantio de espécies nativas, principalmente nas cabeceiras de drenagens e ainda serve como abrigo para flora e fauna silvestre</p>	<p>A área pode ser utilizada para o cultivo de pequenas lavouras, cultivo de frutíferas com práticas de manejo, criação de pecuária, construção de barragem subterrânea, bem como de poço amazonas, ainda com o cultivo de capineiras, horticultura e serve como abrigo para flora e fauna silvestre</p>	<p>A área pode ser utilizada para criação de pecuária semi-extensiva, com cultivo de pequenas lavouras com práticas de manejo do solo, com o cultivo de frutíferas anuais e perenes, como abrigo para flora e fauna silvestre, ainda pode ocorrer a exploração racional do juazeiro como forrageira e um plano de manejo florestal com reposição de espécies da região</p>	<p>A área pode ser utilizada para preservação da biota da região, como potencial para construção poço amazonas ou barragem subterrânea, devido a presença de umidade no subsolo, e ainda com a exploração racional da carnaúba com plano de manejo</p>	<p>A área pode ser utilizada para o cultivo agrícola com práticas de manejo e conservação do solo;</p>	<p>A área pode ser utilizada para o cultivo de capineiras, para criação de pecuária, como área de preservação da vegetação nativa, abrigo para flora e fauna silvestre, com cultivo de frutíferas anuais e perenes, com cultivo agrícola com práticas conservacionistas e com exploração racional das carnaúbas, com plano de manejo</p>



Org.: FERNANDES NETO, Silvana

Figura 30. Mapa das Unidades Geoambientais da microbacia Val Paraíso

### **UNIDADE I:**

Esta unidade é caracterizada pela topografia ondulada e com declives acima de 8%. Ocupa uma área correspondendo a 706,77ha, ou seja, 8,88% da microbacia, localizada na porção superior da mesma

Suas colinas encontram-se associadas a morrotes e a vertentes escarpadas, apresentando um substrato rochoso constituído por rocha ígnea plutônica e metamórfica, marcado pela presença de afloramentos rochosos.

Os solos, em geral, são compostos de associações de argissolos e neossolos, ou seja, solos pouco profundos, com textura argilosa, média cascalhenta e com substrato rochoso de gnaisse e granito. Por serem solos considerados impróprios para cultivo, podem servir como abrigo e proteção para fauna e flora silvestre.

Os morrotes e alguns afloramentos que se encontram nesta unidade se destacam na paisagem, revelando uma beleza cênica que poderiam ser aproveitados, como atrativos turísticos para a região.

O uso predominante nesta unidade é de vegetação natural típica da caatinga, com presença de afloramento em forma de lajedo e blocos de rochas e ainda processos erosivos. Ainda é utilizada com criação de gado (bovinos), pois a vegetação serve de alimentação, bem como de abrigo para os animais.

Destaca-se que nestas áreas, onde as vertentes são mais íngremes, a presença da vegetação que deve ser mantida, pois é fundamental para segurar a estabilidade do solo com suas raízes, evitando a perda por erosão e também o escorregamento de blocos de rochas, protegendo assim as partes mais baixas do terreno.

### **UNIDADE II:**

Esta unidade é marcada por uma topografia plana a suave ondulado, com altitudes acima de 260 metros. Recobre uma área de 18,10% do total da microbacia, sobre solos com fertilidade natural baixa, semelhantes da Unidade I, característicos do cristalino, em geral ácidos e susceptíveis a ação erosiva.

O relevo é formado por colinas com vertentes amplas, com declividades variando entre 3 e 8%. Este tipo de relevo, associado ao tipo de substrato e cobertura do solo, no período chuvoso, onde ocorrem chuvas de baixa intensidade, distribuídas por um ou mais dias, sofre com a ação do escoamento superficial e

subsuperficial. Este escoamento é gerado pela percolação da água infiltrada na superfície da encosta, carreando material desagregado, formando assim as áreas com processos erosivos marcantes (erosão laminar) e ravinas, comuns de serem encontrados desta unidade.

Os usos predominantes nesta unidade são de áreas com vegetação nativa de caatinga e áreas de pastagem nativa, ambas muito utilizadas com criação de gado extensiva, ainda encontra-se o uso com lavouras de subsistência, cultivadas sem muita técnica conservacionista.

Nesta unidade são encontradas muitas áreas de cabeceiras de drenagens, com ausência de vegetação ao seu redor. Estas áreas são consideradas por lei como sendo de preservação permanente e deveriam ser respeitadas.

A presença da cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, uma vez que a vegetação fornece proteção direta contra o impacto das gotas de chuva através da interceptação por suas folhas e galhos. A vegetação arbórea e a herbácea, ajudam a dissipar a energia das gotas das chuvas sobre o solo, pois o impacto da gota com a superfície descoberta desagrega as partículas de solo, que facilmente são transportadas pela água, favorecendo assim a ação dos processos erosivos. A presença de vegetação ainda atua como regulador da vazão dos cursos d'água, pois aumenta a capacidade de armazenamento nas microbacias hidrográficas, reduz a erosão, diminui os impactos das inundações e mantém a qualidade da água.

Os solos se constituem em ambientes frágeis altamente suscetíveis a erosão hídrica, razão pela qual devem ser manejados com certos cuidados conservacionistas. Nas áreas de pastagens deve ser evitado o pastoreio excessivo, bem como o pisoteio do gado, pois ambos afetam diretamente a cobertura vegetal, favorecendo a erosão dos solos.

É fundamental o tipo de cobertura do solo, a preservação das áreas vegetadas, bem como do uso correto do solo, com técnicas adequadas para cada cultivo, sempre respeitando o limite natural de cada área, a fim de evitar a ação dos processos de deterioração, bem como garantir o uso sustentável da área.

Estas terras são consideradas impróprias para cultivos intensos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou florestamentos e/ou vida silvestre, porém cultiváveis em casos de algumas culturas especiais protetoras do solo.

**UNIDADE III:**

Esta unidade é marcada pela presença de uma topografia de vales com fundo plano, com declividades em torno de 3%. Encontra-se localizada no setor do alto curso, principalmente juntos a rede de drenagem, ocupando uma área de 724,42ha.

Os solos predominantes são típicos de cristalino, semelhante aos da Unidade I, muito frágeis, altamente susceptíveis a erosão hídrica.

Nestas áreas de vales, são encontrados alguns açudes interceptando os cursos das drenagens e ainda a quase inexistência de mata ciliar. O papel da mata ciliar é de proteger os corpos d'água contra o processo de assoreamento, bem como de reabastecer o lençol freático existente. Assim, a inexistência acaba prejudicando direta e indiretamente vários segmentos, como assoreamento das drenagens existentes ou extermínio das resistentes, fuga da fauna local, entre outros.

Nas áreas onde há o predomínio de umidade, é comum encontrar o cultivo com capineiras, para subsistência e também a presença de inúmeras residências próximas a estes locais. A vegetação típica de caatinga é encontrada com frequência nesta unidade, bem como de pastagem servindo para criação extensiva de gado.

Cabe ressaltar que esta unidade abrange grande área considerada de preservação permanente, próximo as drenagens e que estão sendo utilizadas indevidamente. Os cuidados nestas áreas devem ser redobrados, pois a ocupação com residências construídas próximas drenagens que são quase inexistentes podem acabar poluindo as mesmas, com lixos, dejetos entre outros. A criação de porcos nestas áreas é comum e estes animais são altamente poluidores.

**UNIDADE IV:**

Esta unidade se caracteriza por apresentar uma topografia plana à levemente ondulada, com declividades em torno de 3%, sobre substrato sedimentar. Encontra-se localizada no setor do médio e baixo curso, recobrando a maior área da microbacia Val Paraíso, ou seja, 36,74% da mesma.

Quanto aos solos encontrados, são compostos por associações de argissolos, vertissolos e planossolos halomórficos. Estes solos se caracterizam por ser arenosos, apresentar ainda, cascalho, níveis de argila, e ainda podem apresentar teores de sais.

Sobre esta unidade, encontra-se o uso com algumas frutíferas sendo côco-da-baía o mais comum, seguido de bananeiras e ainda a presença de plantio de goiaba. Encontram-se também a presença de resquícios de mata ciliar, com presença de carnaúbas e juazeiros, sendo que estes se destacam na paisagem, junto à vegetação de caatinga.

O uso predominante nesta unidade é com agricultura, com o cultivo de milho, feijão, algodão e arroz. Também o uso com pecuária é marcante, pois existem muitas áreas sem a presença de vegetação, algumas desmatadas para o uso da madeira como lenha e algumas áreas com afloramento de arenitos conglomeráticos e com estratificação plano-paralelo e que não permitem a utilização destas áreas com maquinários agrícolas, então são utilizadas para criação de gado.

O cuidado nesta unidade deve ser redobrado, pois o cultivo agrícola pode causar a poluição dos corpos d'água existentes, que são poucos na região.

Os solos desta área podem ser utilizados com culturas de inverno e verão, exigindo práticas conservacionistas intercaladas ou consorciadas com plantas recomendadas como recuperadoras de solos para a região.

Ainda a prática de extração da madeira para lenha, em conjunto as queimadas das galhadas para limpar a área, são comuns nesta unidade e isto deve ser controlado, com fiscalização e punição dos responsáveis. A vegetação típica da região já é pouca e com este tipo de prática, além de acabar com a vegetação acaba com o solo, a flora e a fauna local.

#### **UNIDADE V:**

Esta unidade se caracteriza pela presença da vegetação de carnaúba, sobre um relevo com topografia plana com declividades variando até 3%.

A vegetação de carnaúba, que caracteriza esta unidade, é encontrada principalmente em áreas que apresentam certa umidade, e na microbacia Val Paraíso, elas formam uma espécie de corredor próximo a drenagem encontrada no setor do baixo curso. Apesar desta drenagem ser intermitente e passar bom período do ano seco, as carnaubas indicam que o lençol freático encontra próximo a superfície e com isto elas sobrevivem.

Esta unidade representa uma área de 447,74ha sobre substrato geológico de rocha sedimentar, com solos semelhantes ao descrito na Unidade IV. A ocupação

predominante e que deu nome a esta unidade é a presença da vegetação de carnaúba, ainda encontra-se muitas casas, residências nesta área.

Estas áreas devem ser preservadas, pois as carnaúbas além de serem consideradas plantas que na área são indicadores de presença de água no lençol freático, também são consideradas áreas de preservação permanente, pois constituem numa mata ciliar ao longo da drenagem e estão sendo ocupadas com moradias, o que por Lei não é permitido.

#### **UNIDADE VI:**

Esta unidade ocupa uma área de 1.717,49ha, ou seja, 22% de toda a microbacia, localizada no setor do médio e baixo curso da mesma.

Esta unidade é caracterizada pelo uso predominantemente agrícola. As principais culturas implantadas nesta unidade são o milho e o algodão, sobre um substrato sedimentar, com baixa capacidade de infiltração e com alguma presença de sais.

Destacam-se as grandes alterações causadas ao meio pela ação antrópica, modificando a fisiologia da paisagem, através do uso e manejo do solo, dos aterros e a destruição dos cursos d'água. Ainda nesta unidade, não há presença de qualquer tipo de vegetação, mesmo estando próximas as drenagens ainda existentes.

A grande preocupação junto a esta área é a preservação e/ou recuperação da mata ciliar, uma vez que o uso do solo pelas lavouras, esta vegetação acaba sendo totalmente destruída, gerando sérios danos ambientais.

#### **UNIDADE VII:**

Esta unidade é composta por relevo plano e foi definida a partir da análise de parâmetros geológicos. A mesma é constituída por fragmentos originados de rochas sedimentares, que formam as planícies aluvionares, depositadas no Quaternário. Essas formas de acumulação, definidas como depósitos recentes, estão sujeitas a inundações periódicas pois estão localizadas na planície de inundação, próximo ao canal do rio do Peixe.

A planície aluvionar, ocupa uma área de 1.459,55ha, sendo que o uso predominante nesta área é com agricultura, ainda encontra-se a presença de carnaúbas contornando as margens de algumas drenagens.

Muitas de suas áreas são utilizadas com pecuária extensiva, pois a presença de um solo com alto teor de argila, que absorve e retém muita água no período chuvoso, e quando no período seco resseca, formando gretas de contração (rachaduras), dificultando o cultivo agrícola, então são utilizadas para pastoreio.

Observa-se ainda a presença de uma mata ciliar conservada próximo a foz da microbacia. É fundamental a manutenção e preservação destas vegetações, como forma de proteção contra os processos de dinâmica superficial e manutenção da flora e fauna silvestre.

## **6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **6.1. Conclusões**

De acordo com os objetivos propostos e pelos resultados obtidos a partir da análise final dos dados integrados do estudo, foi possível constatar que 52,48% das áreas da microbacia Val Paraíso, podem ser utilizadas para agricultura e pastagens, desde que utilizem práticas de manejo e conservação do solo. Isto pode ser constatado nas Unidades II, III, VI e VII do mapeamento geoambiental. Esta porcentagem merece destaque, pois é considerada acima da média das áreas cultiváveis das microbacias hidrográficas da região.

As áreas destinadas por lei como de proteção e preservação ambiental, próximo a rede de drenagens e nascentes, principalmente nas Unidades IV, V, VI e VII, que se encontram sobre substrato sedimentar, representam 13,39% da microbacia, e devem receber cuidados especiais.

As Unidades II e VI encontram-se totalmente desprotegida de vegetação e ainda suas drenagens sofreram com o aterramento para uso agrícola.

Quanto às declividades predominantes na microbacia, constatou-se que as mesmas variam de baixa a média, sendo < 3% a 8%, retratando um relevo plano a suave ondulado, abrangendo cerca de 90% de toda a área.

A síntese cartográfica, representada pelas Unidades Geoambientais, demonstra a base de trabalhos de planejamento em microbacia hidrográfica, dentro da concepção de desenvolvimento sustentável.

### **6.2. Sugestões e Recomendações**

Com base nas conclusões, elaborou-se um conjunto de sugestões e recomendações com objetivo de contribuir para a redução ou mitigação da deterioração ou impactos causados pela interação do homem com o meio natural da microbacia hidrográfica Val Paraíso – PB:

- Conservação das matas nativas existentes na microbacia;
- Realização de florestamento dos divisores de águas e cabeceiras de drenagens da microbacia, com espécies nativas da região;
- Realização de cultivo agrícola somente em áreas propícias para tal prática;

- Realização de um plano de manejo e práticas de conservação de solos adequados para a área;
- Utilização de práticas conservacionistas, como de rotação de culturas, entre outras;
- Criação de gado (bovinos, eqüinos, caprinos, ovinos, etc.) somente nas áreas com aptidão para tal prática, obedecendo à capacidade (número de animais por hectare) de cada área, pois o pisoteio excessivo nas áreas de solos frágeis propicia ou acelera a ação dos processos erosivos;
- Realização de um plano de recomposição florestal para as áreas desflorestadas;
- Realização de um plano de manejo florestal para extração de carnaúbas e juazeiros;
- Recuperação dos locais que possuem conflito de usos, principalmente nas áreas com deficiência florestal, susceptíveis a ação erosiva, inundações e sedimentação;
- Criação de alternativas econômicas para a população local, através do artesanato, transformando produtos locais, garantindo o sustento das famílias;
- Criação de um roteiro turístico, que mostre as belezas cênicas e rupestres encontradas na microbacia, tornando assim uma fonte de renda para a população local;
- Utilização de práticas de captação de água, como o uso de barragem subterrânea e poço amazonas;
- Conservação das paisagens naturais, garantindo áreas características da região nordeste do Brasil.

As sugestões e recomendações apresentadas neste estudo, se implantadas adequadamente, permitirão maior capacidade de retenção de água, bem como a infiltração das águas das chuvas para o lençol freático, redução dos riscos de erosão e impactos ocasionados pelo mau uso da terra, maior produção agrícola, conservação da paisagem natural, aumento das rendas e o sustento das famílias locais.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. Os sertões: a originalidade da terra. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, vol.3, n.18, mai/jun, 1985.
- ALMEIDA, C. & ARAUJO, M. A. Uso do sistema de informação geográfica (SIG): transição de sistema de mapeamento para uma ferramenta de planejamento e gerenciamento de atividades florestais. In: III Seminário de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas a Engenharia Florestal, 1998, Curitiba. Anais. Curitiba: FUPEF, 1998. 160p. p.83-91.
- ALMEIDA, C.L.F.; OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Brotas. Campinas: Convênio Embrapa/CPA/IA, 1982. Esc. 1:100.000.
- ALVES, H.M.R, *et al.* Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso. (2003). Disponível em: <[http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Informes%20e%20Revistas/Informe%20Agropecu%20E1rio/V.24%20N.220%20\(2003\)/001.doc](http://www.epamig.br/geosolos/MaterialSite/Informes%20e%20Revistas/Informe%20Agropecu%20E1rio/V.24%20N.220%20(2003)/001.doc)>. Acesso em Dez. 2008.
- ANA, Agencia Nacional das Águas. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/noticiasExibe.asp?ID\\_Noticia=265](http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/noticiasExibe.asp?ID_Noticia=265)>. Acesso em: 05 junho de 2008.
- ANTONELLI, V. & THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. *Rev. Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, jun. 2007.
- ASSAD, E. D. & SANO, E. E. (Org.). *Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura*. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1998. 2º ed., 434p. il.
- ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: *Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993. 274p. Cap. 4, pp. 89-108.
- Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS. *Recursos Edáficos do Semiárido do Brasil*. Tutor: Hugo Orlando Carvalho Guerra. Brasília, DF: ABEAS; Campina Grande: Universidade Federal de Campina

- Grande, 2007. 88p. il. (ABEAS. Curso Desenvolvimento Sustentável para o Semiárido Brasileiro. Módulo 8).
- ARAÚJO Jr, A. M. Relevo e Solos. (2006) Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografiafisica002.asp>>. Acesso em Dez. 2008
- AYOADE, J. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- BARACUHY, J.G.V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semiárido nordestino: Estudo de um caso. 2001. 297 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB.
- BARATTO, J. Uso da Terra por Classe de Declividade nos Municípios de Faxinal do Soturno e São João do Polêsine - RS. 1994. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM. 1994, 55 p.
- BARROS, M. V.F et al. Identificação das ocupações irregulares nos fundos de vale na cidade de Londrina/PR por meio de imagem Landsat 7. In: RA'E GA O espaço geográfico em análise. Editora UFPR. 2003. p 43-54.
- BASHER, L.R. Is pedology dead and buried? Journal of Soil Research, New Zealand, v.35, p.974-979, 1997.
- BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- BIGARELLA, J.J.& MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. Curitiba: Associação de Defesa e Educação Ambiental - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1985. 329p.
- BOTELHO, R. G. M. & SILVA, A. S. Levantamento Detalhado de Solos: Uma Ferramenta para o Planejamento de Uso de Bacia do Rio Cuibá - Petrópolis (RJ). In: VI Simpósio Nacional de Geografia Aplicada. Anais. Goiânia, 478-480, 1995.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: Erosão e Conservação dos Solos - conceitos, temas e aplicações. Orgs.: Guerra, A. J. T., Silva, A. S. & Botelho, R. G. M.. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999, pp. 269-300.

- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: Erosão e Conservação dos Solos - conceitos, temas e aplicações. Orgs.: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. BOTELHO, R. G. M.. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999, pp. 269-300.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.
- BÜLOW, A E. Mapeamento geomorfológico da folha de Gravataí (SH.22-X-C e D). In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro, 2003.
- BUZAY, G. & DURÁN, D. Sistemas de Información Geográfica. Buenos Aires: Troquel. 1997.
- CALLADO, R. Utilização do Geoprocessamento para determinação de Unidades Ecodinâmicas: subsídios ao planejamento ambiental. 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.
- CARNEIRO, J. O. Recursos de Solo e Água no Semiárido Nordeste. João Pessoa: A UNIÃO, 1998. 115 p.
- CARPANEZZI, A. A. Benefícios Indiretos da Floresta. In: Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. GALVÃO, A.P.M. (org.) Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. p. 19-55.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 149p.
- CHRISTOFOLETTI, A. A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas. Geografia. Rio Claro: Ageteo. v. 4, n. 8, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher. 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 236p.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas Dinâmicos: As Abordagens da Teoria do Caos e da Geometria Factal em Geografia. In: VITTE, A. C. & GUERRA, A. T. (Org.) Reflexões sobre a Geografia Física do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004, 280p.

- CHUEN, A. M. Análise do Uso do Solo e Degradação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno - São José dos Pinhais/PR, por Meio do Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC. (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.
- CLARK, F. J. Mathematics for Data Processing. Reston: Reston Publishing, 1974.
- COIMBRA, J. A. A. O outro lado do meio ambiente. São Paulo: CETESB, 1995, 204p.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 20 setembro 2008.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Folha Jaguaribe SB.24 de escala 1:1.000.000 do ano de 2004.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São João do Rio do Peixe e Sousa, estado da Paraíba. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
- DALE, P.F. & McLAUGHLIN, J.D. Land information. In: \_\_\_\_\_ (Ed.) Land information management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries. New York: Oxford University Press, 1988. Cap. 1, pp.1-18.
- DE BIASI, M. Carta de Declividade de Vertentes: confecção e utilização. São Paulo, Instituto de Geografia – USP, 1970. p. 8–16.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, v.6, p. 45-53, 1992.
- DIAS, N. W. et al. Estudo da adequabilidade de uso do solo e viabilidade econômico-ambiental: o caso da fazenda Camburi: Taubaté. (2005) Universidade de Taubaté. Disponível em:

- <[http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/59/1/Adequa\\_Camburi.pdf](http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/59/1/Adequa_Camburi.pdf)> Acesso em 15 mar. 2007.
- DILL, P. R. J. Avaliação do Assoreamento do Reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da Microbacia Hidrográfica Contribuinte, RS. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Santa Maria, UFSM. 2002.
- EASTMAN, J. R. Guide to Gis and image processing: IDRISI, 32. Wocester, USA: Clark University, 1999.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; 1999. 415 p.
- FAO. Desertification. Disponível em: [www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en](http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=en) (2003). Acesso em 11/03/03.
- FERNANDES NETO, S. Feições Geológicas-Geomorfológicas nas Nascentes do Rio Ibicuí-Mirim como Subsídios para Trabalhos de Educação Ambiental. 2007. Monografia (Especialização em Geociências). Santa Maria: UFSM, 2007. 66p.
- FIORI, A.P. Metodologias de Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Anais, 2004.
- FLETCHER, J.J., PHIPPS, T.T. Data needs to assess environmental quality issues relate d to agriculture and rural areas. American Journal of Agricultural Economics, v. 3, p.926-32, 1991.
- GOULART, A. C. O. Relevo e Processos Dinâmicos. Geografares, Vitória, n.2, jun. 2001.
- GRANELL-PÉREZ, M. D. C. Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.
- GREGORY, K. J. A natureza da geografia Física. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.
- GREGORY, K. J. A Natureza da Geografia Física. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 1992.367p il.
- GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

- GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico Geomorfológico. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1997. 652 p.
- GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Orgs.: Guerra, A. J. T.& Cunha, S. B. 3a.ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 181-228, 1998.
- GUERRA, A. J. T.& CUNHA, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999.
- GUERRA, A.J.T. & MARÇAL, M.S. 2006. Geomorfologia Ambiental. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro. 2006.
- HERRMANN, M. L. de P. Compartimentação Geoambiental da Faixa Central do Litoral Catarinense. In: V Simpósio de Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. Santa Maria: Anais, 2004.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso em: 26 de maio de 2008.
- JACOBSEN, K. Geometric potencial of Ikonos and QuickBird imagens. GIS - Geo-Information System. Journal for Spatial Information and Decision Making, v.9, p.33-39, 2003.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR, R. B. Et all. Manual para Levantamento Utilitário do meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso. 4º Aprox. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.1983. 175p.
- LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, J.R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.
- LIMA, J.R de & MARIOTONI, C.A. (2002) A Relação entre Água, Energia e Ambiente no Semiárido Brasileiro: Uma Proposta Metodológica. Disponível em: <[www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0064.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0064.pdf)> Acesso em: 12 janeiro de 2009
- LOLLO, J. A. de. O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação para a Quadrícula de Campinas (SP). Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Tese de Doutorado. 2v. 1995. 246p.

- MACHADO, M. D. G. & BACARO, C. A. D.. Estruturação geológica/geomorfológica do município de Patrocínio - MG. IN. II Simpósio Regional de Geografia, 2003. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/2srg/3/3-124.pdf>. Acesso em Dez/2008.
- MIRANDA, L.H.F. & IPPOLITI, G. Projeto SIGUBÁ. Viçosa: CPGEM-IEF-MG, 2000. 67p.
- MOTA, S. Planejamento Urbano e Preservação Ambiental. Fortaleza. Edições UFC, 1981.
- NALE, D. QuickBird - Aerial photography comparison report. EMAP International. 2002, 39 p. Disponível em:<<http://www.digitalglobe.com>>. Acesso em: 6 jun. 2003.
- NASCIMENTO, M. C. do; et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. (2005) *Jornal Ciência Florestal*, v.15, n. 2, p. 207 - 220. Disponível em: <[www.doaj.org/doaj?func=abctract&jg=172728&recno=18&toc=1](http://www.doaj.org/doaj?func=abctract&jg=172728&recno=18&toc=1)> Acesso em 15 mar. 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Soil and water quality: an agenda for agriculture. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993. 516p.
- NETO, A.S.; BRITES, R.S.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, J.C. Subsídios para elaboração de um plano de manejo do Parque Grande Sertão Veredas por meio de Sistemas de Informações Geográficas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 10., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2001. Artigos, p. 493-502. CD-ROM, On line. ISBN 85-17-00016-1.
- NOFFS, P. da S., GALLI, L. F., GONÇALVES, J. G. Recuperação de Áreas Degradadas da Mata Atlântica, Uma experiência da CESP - Companhia Energética de São Paulo. Disponível em [www.rbma.org.br](http://www.rbma.org.br) (2008). Acesso em 08/03/2008.
- NORMAN, C.; POTTER, C.; COOK, H. Using GIS to target agri-environmental policy. In: WORBOYS, M.F. (Ed.) *Innovations in GIS: selected papers from the First National Conference on GIS Research UK*. London: Taylor & Francis Inc., 1994. 265p. Cap. 18, pp. 251-262.

- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 1992.
- OLIVEIRA, L. S. Análise do Uso da Terra na Microbacia do Lajeado Crissiumal em Função das Classes de Declividade – Crissiumal/RS. 2003. 70f. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- PARAIBA, Zoneamento Agropecuário do estado da Paraíba: Relatório, Governo do Estado da Paraíba-PB/UFPB, 1978.
- PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia. 3 ed, Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1983.
- PENTEADO-ORELHANA, M. M. Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente. Geografia, Rio Claro, v. 10, n.20, out. 1985. p. 125-148.
- PINHEIRO, E.S. & KUX, H.J.H. Imagens *QuickBird* aplicada ao mapeamento do uso e cobertura da terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: Blaschke, T.; Kux, H.J.H. Sensoriamento Remoto e SIG avançados: Novos sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.263-286.
- PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. dos; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F. M. (ed.) Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus - Bahia: Editus, 2002. 293p.
- PROGEO. (2008). Processos Geológicos. Disponível em: <<http://solos.ufmt.br/docs/solos1/progeo.pdf>>. Acesso em Dez. 2008.
- RAMOS, R. A. et al. O uso de imagens de alta resolução na elaboração de planos de manejo: o caso da Reserva Biológica da Serra Geral, Rio Grande do Sul. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, SC. 2007. p. 4163-4170.
- RIZZI, N. E. et al. Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri - Região Metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 1999.
- ROCHA, J.S.M. Manual de projetos ambientais. Santa Maria; Imprensa Universitária, 1997, 423 p.
- ROCHA J. S. M. & KURTZ S. M. J. M. Curso de manejo integrado de bacias hidrográficas: aplicações técnicas avançadas em diagnósticos físico conservacionista, sócio-econômico ambiental. Santa Maria: UFSM, 2003.

- RODRIGUES, V. A. Apostila de microbacia hidrográfica. Material didático para o 5º ano do Curso de Engenharia Florestal. UNESP, FCA, Botucatu, 2008, 85p.
- RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. 320p..
- RODRIGUES, L. & NISHIYAMA, L. Estudo dos fatores responsáveis pela erosão acelerada na bacia do córrego do Macacos – Uberlândia – MG. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 7., 2001, Goiânia. Anais... CD-ROM.
- RODRIGUES, V. A. & CARVALHO, W. A. Análise morfométrica da microbacia hidrográficado Córrego Água Limpa. In: LIVRO, Workshop em Manejo de Bacias Hidrográficas. UNESP, FCA, Botucatu, 2004, p.144 163.
- ROSA, Roberto. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. 5 ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.
- ROSS, J. L. A. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo. nº 09, FFLCH USP, 1995.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. In: Geomorfologia do Brasil. Org.: CUNHA, S.B da & GUERRA, A. J. T. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2ª ed. 2001. Cap. 8. p 351-387.
- ROSS, J. L. S.& MOROZ, I C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.10, p. 41-58, 1996.
- ROSS, J.L.S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. Revista da Pós-graduação da USP, São Paulo; USP, Nº6, 1992.
- SANCHEZ, M. C. A Propósito das Cartas de Declividades. In: V Simpósio de Geografia Física Aplicada, 1993, São Paulo. Anais. São Paulo. 1993. p. 307-310.
- STRAHLER, A. N. Geografia Física. Barcelona: Omega. 1974.
- STRECK, E. V et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/UFRGS, 2002. 105p.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Geomorfologia Física e Geomorfologia: Uma (RE) leitura. Ijuí, Editora Unijuí, 2002.

- TONELLO, K.C; CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.; ALVES, M.R.; OLIVEIRA Jr., J.C. As áreas de preservação permanente e sua importância para o manejo de bacias hidrográficas na Zona da Mata Mineira. In: VIII Congresso Florestal Brasileiro. São Paulo - SP: Anais. v. 2, 2003. 9p.
- TRICART, Jean. Géomorphologie applicable. Paris: Masson. 1978.
- TUNDISI, J. G. et al. A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade para atualização de professores de Ciências e Geografia: o modelo Lobo (Broa) - Brotas/Itirapina. In: \_\_\_\_\_. (Org.) *Limnologia e manejo de represas*. São Carlos: USP, 1988. p.311-57.
- Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Anais, 2005
- VEDOVELLO, R. Aplicações da Cartografia Geoambiental. In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Anais, 2004.
- VIEIRA, L. S. Manual da Ciência do Solo: Com ênfase em Solos Tropicais. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464p.
- VILLELA, S. M. & MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.



O trabalho Planejamento do Uso Racional dos Recursos Naturais da Microbacia Hidrográfica do Riacho Val Paraíso-PB, através de Mapeamento Geoambiental de FERNANDES NETO, Silvana foi licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição - SemDerivados 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/).

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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