



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ADEQUAÇÃO DO USO AGRÍCOLA E ESTIMATIVA DA DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL DAS TERRAS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO UNA,
SAPÉ-PB.**

IZAQUE FRANCISCO CANDEIA DE MENDONÇA

**CAMPINAS – SÃO PAULO – BRASIL
FEVEREIRO – 2005**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ADEQUAÇÃO DO USO AGRÍCOLA E ESTIMATIVA DA DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL DAS TERRAS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO UNA,
SAPÉ-PB.**

Tese de Doutorado apresentada à
Faculdade de Engenharia Agrícola,
Universidade Estadual de Campinas,
Para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola, na área de con-
centração: Planejamento e Desenvol-
vimento Rural Sustentável.

IZAQUE FRANCISCO CANDEIA DE MENDONÇA

Orientador: Prof. Dr. Francisco Lombardi Neto

**CAMPINAS – SÃO PAULO – BRASIL
FEVEREIRO – 2005**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

M523a Mendonça, Izaque Francisco Candeia de
Adequação do uso agrícola e estimativa da
degradação ambiental das terras da microbacia
hidrográfica do riacho Una, Sapé-PB / Izaque Francisco
Candeia de Mendonça.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Francisco Lombardi Neto.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Solo-uso. 2. Degradação ambiental. 3. Solos -
Degradação. 4. Sistemas de informação geográfica. I.
Lombardi Neto, Francisco. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
Título.

Título em Inglês: Adaptation of the agricultural use and estimate of the environmental
degradation of the lands in the Rivulet Una Watershed, Sapé-PB –
Brazil.

Palavras-chave em Inglês: Land use, Degradation environmental, Degradation soil e
Geographic information systems

Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola.

Banca examinadora: Isabella Clerici de Maria, Silvestre Fernández Vasquez, Rubens
Augusto Camargo Lamparelli e José Teixeira Filho

Data da defesa: 28/02/2005

Todos os ribeiros vão para o mar
e, contudo, o mar não se enche;
para o lugar para onde os ribeiros
vão, para aí tornam eles a ir.

(Eclesiastes: 1, 7)

Aos meus avós, Anísio e Maria Candeia (in memorian);
Francisco e Paulina (in memorian), que com naturalidade
e respeito, deixaram-me o legado da educação, **dedico**.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça da humildade e perseverança.

Ao Dr. Francisco Lombardi Neto por oferecer incentivo e constante orientação durante todo o curso, além de expressar com extrema naturalidade a nobreza de seu respeito e amizade.

Ao Prof. Heinrich Hasenack (UFRGS), e ao biólogo Carlos Sarmento (UFRGS), que generosamente compartilharam seus conhecimentos, oferecendo importantes sugestões nas tarefas de geoprocessamento.

Aos Profs. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima e MSc. José Bezerra dos Santos (UFPB), pela presteza na cessão de dados indispensáveis à realização deste trabalho e, sobretudo, pelas amizades demonstradas.

Ao Prof. Dr. Ricardo Almeida Viégas(UFCG), pelas valiosas sugestões apresentadas.

Aos professores, colegas e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – FEAGRI/UNICAMP, pelo desprendimento à colaboração e à amizade.

Aos Profs. Dr^a. Mara de Andrade Marinho Weill e Dr. Rubens Lamparelli pelas importantes observações e sugestões oferecidas, na oportunidade do exame de qualificação.

Aos profs. Dr^a. Isabella Clerici De Maria, Dr. José Teixeira Filho, Dr. Rubens Augusto Camargo Lamparelli e Dr. Silvestre Fernández Vasquez, membros da banca examinadora, pelo aceite e valorosas sugestões oferecidas a este trabalho.

Aos professores, pesquisadores e funcionários do Instituto Agronômico de Campinas pelo apoio e amizade.

À Rose pelo companheirismo e constante incentivo à realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Saúde e Tecnologia Rural – Departamento de Engenharia Florestal, pelo incentivo ao aperfeiçoamento técnico.

À Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, por me oferecer à oportunidade da qualificação profissional nesta renomada instituição de ensino superior.

À CAPES/PICDT pelo suporte financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. <i>Sistemas de avaliação de terras.....</i>	<i>5</i>
2.1.1. <i>Sistema de capacidade de uso.....</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Adequação do uso das terras.....</i>	<i>8</i>
2.3. <i>Equação Universal de Perda de Solo – EUPS.....</i>	<i>8</i>
2.3.1. <i>Modelagem matemática.....</i>	<i>9</i>
2.4. <i>Técnicas de geoprocessamento.....</i>	<i>15</i>
2.5. <i>Diagnóstico ambiental.....</i>	<i>17</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. <i>Material.....</i>	<i>19</i>
3.1.1. <i>Área de estudo.....</i>	<i>19</i>
3.1.2. <i>Documentação e equipamentos.....</i>	<i>27</i>
3.1.3. <i>Dados pedológicos.....</i>	<i>27</i>
3.1.4. <i>Dados meteorológicos.....</i>	<i>27</i>
3.1.5. <i>Equipamentos e softwares.....</i>	<i>28</i>
3.2. <i>Métodos.....</i>	<i>28</i>
3.2.1. <i>Equação Universal de Perda de Solo – EUPS.....</i>	<i>28</i>
3.2.1.1. <i>Fatores naturais.....</i>	<i>29</i>
3.2.1.2. <i>Fatores antrópicos.....</i>	<i>34</i>
3.2.2. <i>Uso das terras.....</i>	<i>34</i>
3.2.3. <i>Integração dos dados da EUPS.....</i>	<i>36</i>
3.2.4. <i>Capacidade de uso dos solos.....</i>	<i>36</i>
3.2.4.1. <i>Fatores de limitação.....</i>	<i>37</i>
3.2.5. <i>Adequação do uso atual dos solos.....</i>	<i>39</i>
3.2.6. <i>Degradação ambiental.....</i>	<i>40</i>
3.2.6.1. <i>Diagnóstico físico-conservacionista.....</i>	<i>40</i>
3.2.6.2. <i>Diagnóstico sócio-econômico.....</i>	<i>44</i>
3.2.6.3. <i>Diagnóstico ambiental.....</i>	<i>45</i>
3.2.7. <i>Alternativas de ação.....</i>	<i>46</i>

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1. <i>Características do meio físico.....</i>	47
4.1.1. <i>Mapa hipsométrico.....</i>	47
4.1.2. <i>Classes de declividades.....</i>	48
4.1.3. <i>Uso da terra.....</i>	49
4.2. <i>Predição de perda de solo utilizando-se a EUPS.....</i>	51
4.2.1. <i>Fatores naturais.....</i>	51
4.2.2. <i>Fatores antrópicos.....</i>	53
4.2.3. <i>Determinação do Potencial Natural de Erosão – PNE.....</i>	54
4.2.4. <i>Perda de solo.....</i>	56
4.2.5. <i>Risco de erosão.....</i>	59
4.3. <i>Capacidade de uso e adequação do uso atual das terras.....</i>	61
4.3.1. <i>Capacidade de uso.....</i>	61
4.3.2. <i>Adequação do uso das terras.....</i>	67
4.4. <i>Degradação ambiental.....</i>	70
4.4.1. <i>Diagnóstico Físico-Conservacionista.....</i>	70
4.4.2. <i>Diagnóstico sócio-econômico.....</i>	74
4.4.2.1. <i>Códigos e critérios de estratificação.....</i>	75
4.4.2.2. <i>Tabulação dos dados.....</i>	75
4.4.2.3. <i>Estudo analítico do Diagnóstico Sócio-Econômico para os compartimentos da microbacia.....</i>	76
4.4.3. <i>Diagnóstico ambiental.....</i>	78
4.4.3.1. <i>Códigos e critérios de estratificação.....</i>	78
4.4.3.2. <i>Tabulação dos dados.....</i>	78
4.4.3.3. <i>Estudo analítico do Diagnóstico Sócio-Econômico para os compartimentos da microbacia.....</i>	78
4.4.4. <i>Degradação de ambiência.....</i>	79
4.5. <i>Ações alternativas – Recomendações conservacionistas.....</i>	80
5. CONCLUSÕES.....	94
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS	
Anexo 1 – Caderno de fotos.....	100
Anexo 2 – Atualização da nomenclatura de solos.....	105
Anexo 3 – Precipitação pluviométrica do posto de sapé no período de 1961/1991.....	107
Anexo 4 – Tabela de Critérios (Graus de limitação).....	109
Anexo 5 – Distribuição da pontuação para as limitações das unidades de solos.....	121

Anexo 6 – Códigos e critérios de estratificação para o diagnóstico sócio-econômico.	125
Anexo 7 – Resultados do diagnóstico sócio-econômico.....	136
Anexo 8 – Estudo analítico para o cálculo das retas de degradação social, Econô - mica, tecnológica e sócio-Econômica.....	143
Anexo 9 – Resultados do diagnóstico ambiental.....	153
Anexo 10 – Estudo analítico para o cálculo das retas de degradação ambiental.....	157

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.....	20
Figura 2: Distribuição espacial das classes de solos da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB...	23
Figura 3: Precipitação pluviométrica do posto de Sapé-PB.....	25
Figura 4: Dados básicos para o estudo da adequação de uso e diagnóstico ambiental das terras da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.....	30
Figura 5: Mapa hipsométrico da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	47
Figura 6: Mapa de declividades da Microbacia do Riacho Uma, Sapé-PB.....	48
Figura 7: Mapa de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	50
Figura 8: Mapa de classes de erodibilidade da área de estudo.....	52
Figura 9: Mapa do fator topográfico da área de estudo.....	53
Figura 10: Mapa do fator práticas conservacionistas da área de estudo.....	54
Figura 11: Mapa do Potencial Natural de Erosão da área de estudo.....	55
Figura 12: Mapa de classes de perda de solo da área de estudo.....	57
Figura 13: Coeficientes de correlação e determinação entre os valores originais de perda de solo e o Potencial Natural de Erosão – PNE, da área de estudo.....	58
Figura 14: Mapa de classes de riscos de erosão da área de estudo.....	60
Figura 15: Mapa de capacidade de uso das terras da área de estudo.....	61
Figura 16: Mapa de adequação do uso das terras da área de estudo.....	67
Figura 17: Microbacia hidrográfica subdividida em compartimentos.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aptidão de uso das terras, por compartimento.....	41
Quadro 2: Uso da terra, por compartimento.....	42
Quadro 3: Estudo da degradação ambiental.....	43
Quadro 4: Codificação das variáveis ambientais.....	46
Quadro 5: Aptidão de uso das terras por compartimento da área de estudo.....	71
Quadro 6: Intervalo de classes de uso da terra.....	71
Quadro 7: Uso da terra por compartimento de estudo na microbacia.....	72
Quadro 8: Degradação física da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.....	74
Quadro 9: Distribuição dos núcleos familiares por compartimento.....	75
Quadro 10: Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 1.....	75
Quadro 11: Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 2.....	76
Quadro 12: Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 3.....	76
Quadro 13: Resultados do diagnóstico ambiental e unidades críticas de degradação para os compartimento 1, 2 e 3.....	78
Quadro 14: Degradação de ambiência da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de P(EUPS) para algumas praticas de conservação.....	14
Tabela 2: Classes de solos com suas áreas e respectivos percentuais.....	22
Tabela 3: Classes de declividades e tipo de relevo da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	32
Tabela 4: Erodibilidade e tolerância dos solos da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	33
Tabela 5: Valores do fator C, para cada classe de uso do solo mapeada na área de estudo.....	34
Tabela 6: Cotas de altitudes e áreas mapeadas na Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	48
Tabela 7: Classes de declividades e suas respectivas áreas de estudo.....	49
Tabela 8: Categorias de uso das terras com suas respectivas áreas, na área de estudo.....	50
Tabela 9:Valores de erodibilidade e suas respectivas áreas, na Microbacia Hidrográfica Riacho Una Sapé-PB.....	52
Tabela 10: Distribuição das terras nas classes do Potencial Natural de Erosão (PNE).....	54
Tabela 11: Coeficientes de correlação e determinação entre os planos de informação de PNE Erodibilidade (K), extensão de vertentes (L) e Declividades (S).....	56
Tabela 12: Coeficientes de correlação de regressão múltipla para os dados originais de PNE...	56
Tabela 13: Perda de solos na Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.....	58
Tabela 14: Percentuais de ocorrências das combinações das categorias de uso da terra e Intervalos de perda de solo, relativos a área total.....	59
Tabela 15: Classes de risco atual de degradação das terras por erosão e áreas de ocorrência.	60
Tabela 16: Distribuição das classes de capacidade de uso das terras, por unidade de solo e Classe de declividade, na área de estudo.....	62
Tabela 17: Áreas das unidades de capacidade de uso da área de estudo.....	66
Tabela 18: Distribuição do uso atual das terras, por classe de capacidade de uso.....	68
Tabela 19: Degradação ambiental a partir do cálculo das retas de degradação.....	77

“Adequação do Uso Agrícola e Estimativa da Degradação Ambiental das Terras da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB”.

Autor: Izaque Francisco Candeia de Mendonça

Orientador: Francisco Lombardi Neto

RESUMO

A crescente expansão das atividades agropecuárias, sem considerar as potencialidades e limitações das terras constitui fonte potencial de degradação do meio ambiente. Este trabalho objetiva avaliar o meio físico das terras da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB, com determinação das taxas de adequação de uso das terras a partir das classes de capacidade de uso e determinar sua degradação ambiental, no contexto do modelo da Equação Universal de Perda de Solo - EUPS e a partir da aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental. A área localiza-se na porção leste do Estado da Paraíba entre as coordenadas geográficas: 35°08'16" a 35°15'12" de longitude, a oeste de Greenwich e 06°59'18" a 07°05'42" de latitude sul. Os procedimentos realizados utilizam-se de técnicas de geoprocessamento, sendo a integração de informações realizada no Sistema de Informações Geográficas Idrisi Kilimanjaro versão 14.0. A adequação do uso foi obtida ao se cruzarem às informações do plano de capacidade de uso da terra com o uso atual, definindo-se três classes: Adequado, Inadequado (Sobreutilização) e Áreas de Preservação. Na avaliação do potencial agrícola foi encontrado que 61,9% da área estão sendo utilizados adequadamente, 20,4% com uso atual acima da oferta ambiental avaliada (sobreutilizados) e 14,9% estão ocupados com cobertura vegetal, constituindo as áreas de preservação. A classificação do risco atual de degradação das terras, por erosão do solo, revelou que em 92,9% da área da microbacia o risco é muito baixo. E apenas 1,5% da área de estudo as terras estão incluídas nas classes alta e muito alta de risco de erosão. Na estimativa da degradação ambiental pela aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental, constatou-se uma degradação de ambiência de 34,4%, representando 2406,26 ha da área avaliada. É notória a influência do aspecto sócio-econômico na degradação da microbacia, com uma média de 61,3%. Os resultados obtidos demonstraram que a Microbacia Hidrográfica do Riacho Una apresenta um ambiente com boas qualidades agroambientais, caracterizadas pela baixas expectativas de processos erosivos e a indicação de aproximadamente 60% de terras aptas para uso agrícola.

Palavras chave: solos -uso; degradação ambiental; solos - degradação; sistemas de informações geográficas.

“Adaptation of the Agricultural Use and Estimate of the Environmental Degradation of the Lands in the Rivulet Una Watershed, Sapé-PB - Brazil”.

Author: Izaque Francisco Candeia de Mendonça

Adviser: Francisco Lombardi Neto

ABSTRACT

Increasing in expansion of agricultural activity without take into account land potentiality and restrictions is currently a potential source for environment degradation. This present work aims to evaluate some physical characteristics of lands from Watershed of Una Rivulet in Sapé, PB, Brazil, by utilizing the soil use capability classes, and to determine its environmental degradation into the context of Universal Soil Loss Equation – USLE and from the use of physical-conservationist, socio-economic and environmental diagnosis informations. The area is located at the east sector of Paraíba State between the following geographic coordinates: 35°08'16" -35°15'12" longitude, west of Greenwich and 06°59'18" - 07°05'42" south latitude. The accomplished procedures draw on geoprocessing system and the integration of achieved informations has utilized the geographic information system Idrisi Kilimanjaro version 14.0. Crossing informations of land use capacity and current use had utilized been as a means to determine for adequateness of land utilization then to define the following three main class of land use: adequate, inadequate and areas of preservation. In the evaluation of the land agricultural potentiality it was found that 61,9% of the area is being utilized adequately, 20,4% is utilized above of its predictable environmental capability and finally 14,9% is found to keep vegetal covering and is taken as preservation area. The classification of the current risk for land degradation, due to soil erosion, has revealed it to be very low in about 92,9% of the area of watershed. And no more than 1,5% of lands at that area is into the class of high to very high risk of erosion. In the estimations of the environmental degradation, by utilizing the physical-conservationist, socio-economic and environmental diagnosis, there have ambience degradation of by 34,4% and it represents by 2406,26 ha of the studied area. The impact from socio-economic factors with regard degradation of watershed is well known and is around of 61,3%. The data show that Watershed of Una Rivulet presents good agro-environmental qualities, which are characterized through a low expectation for soil erosion and the fact that 60% of its soils can be well utilized for agricultural practices.

Key words: soils - use; environmental degradation; soils - degradation; geographic information systems.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a intensificação de ações humanas nos processos de simplificação do meio voltados à exploração agrosilvopastoril tem chamado a atenção da sociedade, em especial, os segmentos diretamente ligados ao planejamento agroambiental, tendo em vista as significativas alterações promovidas na organização do espaço rural. Neste contexto, a caracterização e compreensão dos aspectos físicos-ambientais e sócio-econômicos, deste meio, representam um instrumento indispensável para o ordenamento do uso e ocupação das terras agrícolas.

Os procedimentos considerados na elaboração de planejamentos agroambientais exigem, dentre outras informações, aquelas relacionadas com o diagnóstico físico da área de estudo, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo, vegetação, recursos hídricos, etc., possibilitando através de metodologias orientadas para avaliação das terras, a previsão de suas classes de aptidão agrícola. No caso particular, deste estudo, o método empregado foi o do Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras descrito por LEPSCH et al. 1983. Outros procedimentos adotados são os de avaliação do estágio de degradação ambiental e elaboração de alternativas de ação, no sentido de se propor ações mitigadoras para os impactos que as atividades de apropriação das terras promovem sobre o meio ambiente. Para a avaliação da degradação ambiental da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB, objeto deste estudo, foram aplicados os diagnósticos básicos para um manejo integrado de uma microbacia hidrográfica, a saber: diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental.

Nas etapas de avaliação das terras, os levantamentos de solos fornecem informações que permitem entender a dinâmica ambiental. Empregou-se, no presente trabalho, o Levantamento de Reconhecimento Semidetalhado de Solos de Sapé, Marí e parte de Mamanguape, Mulungú e Caldas Brandão (SAMPAIO, 1973), a partir do qual foram inventariados, interpretados e analisados os fatores limitantes para a utilização agrícola das terras, sendo atribuídos a estes fatores, os correspondentes graus de limitação, com a conseqüente classificação das terras, segundo as classes de capacidade de uso.

A propósito da análise da degradação ambiental da microbacia avaliada, além dos diagnósticos básicos aplicados, anteriormente citados, foram realizados no presente trabalho, estudos com enfoque previsional (Potencial Natural de Erosão – PNE e perda de solo) e de riscos de erosão, aplicando-se para tanto, o modelo de predição de erosão representado pela Equação Universal de Perda de Solo – EUPS, possibilitando quantificar os parâmetros físicos responsáveis pelos processos erosivos, como: a erodibilidade do solo, erosividade da chuva, declividade, comprimento da vertente, cobertura do solo e seu manejo e as práticas conservacionistas. Para BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), se faz necessária à introdução, junto aos agricultores, das técnicas disponíveis e comprovadas de manejo e conservação do solo, destacando a erosão hídrica, como o problema inicial de degradação ambiental.

As alterações rápidas, em escala temporal e espacial do uso do meio físico, decorrentes da intensificação do uso agrícola das terras, especialmente na área de estudo, onde historicamente tem se verificado uma expansão contínua da cultura da cana-de-açúcar e de áreas destinadas a pastos, exige-se a adoção das técnicas que assegurem o monitoramento do uso da terra, segundo a dinâmica espaço-temporal. Neste sentido, os fenômenos ocorrentes nos meios físico e antrópico, especialmente os tratados segundo as metodologias aplicadas, neste trabalho, podem ser operacionalizados por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), que permitem a integração de informações georreferenciadas ao terreno, objetivando a obtenção de modelos espaciais da realidade.

A seleção da Microbacia do Riacho Una, como área de estudo deste trabalho, deve-se ao fato de sua inserção numa importante área agrícola do Estado da Paraíba, no limite da zona fisiográfica litoral/mata, representativa, em termos das características físicas, de estrutura agrária, sócio-econômicas e ambientais, desta região. Ademais, considerou-se a disponibilidade de dados físicos, especialmente os relativos aos parâmetros da EUPS, além de dados cartográficos e de sensoriamento remoto.

Para orientação do trabalho foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

- Os métodos de diagnósticos de terras empregados no presente trabalho podem fornecer dados para o manejo sustentado da microbacia;
- Numa análise comparativa, as classes de uso das terras, geradas pelo Sistema de Capacidade de Uso e as classes de aptidão potencial de uso das terras, geradas pelo diagnóstico físico-conservacionista conduzem a resultados aproximados de distribuição das terras e estes podem ser empregados para se manejar corretamente a microbacia.

Sob estas considerações teóricas que descrevem a avaliação das terras e que empreende diagnósticos na análise da degradação ambiental da área de estudo, desenvolveu-se a metodologia que estruturou este trabalho, apresentando como objetivos principais: avaliar o meio físico da microbacia hidrográfica em estudo; determinar a degradação ambiental da microbacia estudada por meio do modelo da EUPS; determinar a degradação ambiental pela aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental e determinar as taxas de adequação do uso das terras a partir das classes de capacidade de uso;

Os objetivos específicos estabelecidos são os seguintes:

- Utilizar o modelo EUPS, integrando os dados através de um Sistema de Informações Geográficas para espacialização dos indicadores de erosão do solo;
- Estabelecer a classificação do risco de erosão, identificando-se as áreas com maior ou menor risco de degradação por erosão do solo;
- Dividir a microbacia hidrográfica em compartimentos, determinados a partir do sistema de drenagem e, aplicar os diagnósticos básicos por compartimento da microbacia;

- Proceder-se com o estudo analítico da degradação (físico-conservacionista, sócio-econômica e ambiental), com definição das retas de degradação exigidas para cada diagnóstico aplicado, cálculo das Unidades Críticas de Degradação (sócio-econômica, ambiental e físico-conservacionista) e, por fim, cálculo da degradação de ambiência da microbacia hidrográfica;
- Estabelecimento de ações alternativas, através de diretrizes ambientais e de utilização agrícola, para as diferentes subclasses de solos mapeadas na área de estudo (recomendações conservacionistas).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A crescente necessidade de alimentos tem exigido o incremento rápido da produção agrícola, para tanto, as alternativas adotadas consistem na expansão da área agricultável e/ou aumento da produtividade das culturas. Esta combinação tem continuamente resultado em alterações na estrutura e funções dos ecossistemas, acarretando sérios riscos à sua manutenção e impondo limitações à sua sustentabilidade. De forma que a política de ocupação dos solos adotada, segundo a ótica descrita, já não é mais suficiente para caracterizar um moderno sistema de produção agrícola.

A maioria das práticas conservacionistas propostas, para o Brasil, nas últimas quatro décadas pela pesquisa e extensão rural, com objetivos de incrementar a capacidade de suporte dos solos, aborda no seu escopo trabalhos mecânicos de contenção do escoamento superficial que, por seu termo, tem apresentado resultados insatisfatórios, associado a este fato, raramente se tem considerado o agricultor neste processo, supondo que este deva aceitar as recomendações técnicas sem considerar os riscos envolvidos pelo alto custo e retorno somente a médio e longo prazos (SHAXSON, 1988).

Neste contexto, a preocupação com o meio ambiente entrou na agenda, em escala mundial, a partir dos anos 70, observando-se o devido reconhecimento de sua gravidade e urgência quando, em meio à crise econômica, se passou a perceber que o *boom* do pós-guerra havia redundado em problemas de outra natureza, dentre eles o elevado risco de esgotamento dos recursos naturais.

O estudo “Limites de Crescimento” desenvolvido por MEADOWS et al. (1978), e debatido pelo Clube de Roma, neste mesmo ano, apresentou um cenário bastante preocupante acerca do esgotamento dos recursos naturais resultando em limitações físicas ao crescimento econômico.

A partir de 1972, ano da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, difundiu-se a *abordagem eco-desenvolvimento*. Entretanto, estudos de maior repercussão começaram a despontar a partir de 1980. Neste ano foi divulgado o *US Global 2000 Report*. De acordo com ALMEIDA et al. (1993), o estudo mais relevante, em escala internacional, na década de 80, foi Nosso futuro Comum, de 1987, o qual acolhe a idéia de desenvolvimento sustentável e assim o define: “Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”. CARMO (1990), em comentário a este estudo, ressalta que economia e ecologia se inter-relacionam num sistema de causa e efeito cada vez mais acentuado.

De acordo com ALMEIDA et al. (1993), o último grande momento do debate mundial sobre meio ambiente foi à conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro. Na ECO 92 foram adotados alguns princípios norteadores de políticas de meio ambiente, notadamente aquelas voltadas para problemas de

repercussão global, tais como as convenções sobre as mudanças climáticas (efeito estufa) e sobre a biodiversidade.

Em suma, a abordagem sobre meio ambiente, em escala mundial, encaminhou-se à adoção de procedimentos orientados pela simetria da eficiência econômica, com justiça social e estabilidade ambiental, cujo alcance só se viabiliza com ações integradas, num primado a ser exercido pelo conjunto das nações.

2.1. Sistemas de avaliação de terras

O ordenamento da terra consiste em compatibilizar as necessidades do homem, no sentido de seu uso e benefícios e a capacidade de sustentação e produtividade econômica. Desse modo, o uso da terra se torna a conectividade decisiva entre processos sociais e naturais, por ser ele o elo que conecta procedimentos nos sistemas sócio-econômico e natural MACEDO (1995).

LEPSCH et al. (1991), afirma que a readequação no uso das terras às diferentes modalidades de utilização agrosilvipastoril se refere à sua capacidade de uso e, nestes termos, está diretamente ligada às possibilidades e limitações que elas apresentam.

Para CAVALIERI (1998), as diferentes metodologias desenvolvidas para se avaliar a aptidão agrícola das terras decorre da interpretação dos levantamentos de solos, introduzindo-se ademais, outros fatores condicionantes ao seu manejo como dados de relevo, uso das terras, clima, hidrologia, dentre outros elementos do ambiente. Neste sentido, ASSAD et al. (1998), descrevem que no Brasil são dois os sistemas mais utilizados na avaliação de terras, ambos estruturados a partir de levantamentos dos solos. São eles: o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso das Terras implantado por Marques em 1949 e adaptado por Lepsch e outros autores em 1983, resultando na quarta aproximação, tendo estes últimos autores estabelecido uma revisão desta metodologia em 1991(LEPSCH, 1991), e o Sistema FAO/Brasileiro de Aptidão Agrícola das Terras, derivado do trabalho intitulado “Um Sistema de Classificação de Uso da Terra para Levantamento de Reconhecimento de Solos”, de J. Bennema, K. J. Beek e M. N. Camargo, divulgado pela Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo – DPFS, do Ministério da Agricultura em 1964. Atualmente este sistema encontra-se na terceira edição (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). De acordo com PEREIRA (2002), este método de interpretação de levantamento de solos é realizado com base nos levantamentos pedológicos, apoiado em várias características físico-ambientais, como: solo, relevo, clima e vegetação. No que se refere as metodologias relativas a avaliação de terras WEILL (1990), em estudo desenvolvido, considerou que tem se verificado a ocorrência de uma evolução, com aprimoramento metodológico, no sentido da quantificação crescente de atributos e envolvimento da teoria de sistemas e de modelos de simulação matemática.

Considerando o fato de que as terras se distribuem em regiões com evidentes diferenças, sob os aspectos, físicos, sócio-econômicos e culturais, HUDSON (1971), ressalta que não deve

existir apenas uma classificação de capacidade agrícola de terras, uma vez que, seu aproveitamento racional é diretamente dependente destes fatores e sua incorporação, no processo metodológico de classificação de terras, observando-se as especificidades regionais, reflete mais fielmente a capacidade de suporte ao uso da terra.

2.1.1. Sistema de capacidade de uso

De acordo com HUDSON (1971), a classificação pelo sistema de capacidade de uso da terra, sendo uma classificação técnica tem o propósito particular de indicar as possibilidades e limitações da terra, conceituando sua adaptabilidade para diversos fins. Encerra os efeitos do meio físico na aptidão da terra, para ser explorada mais intensivamente, sem risco de depauperamento do solo, eventualmente decorrente de seus usos múltiplos.

Conforme descreve LEPSCH et al. (1991), o sistema de capacidade de uso é definido como uma classificação técnico-interpretativa, onde os indivíduos são agrupados em função de determinadas características de interesse prático e específico para certas finalidades. Este método de avaliação foi estruturado pelo serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos e objetiva agrupar solos segundo sua máxima capacidade de uso, sem riscos de degradação, particularmente no que concerne à erosão acelerada. BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), afirmam que a capacidade de uso indica o grau de intensidade de cultivo que se pode aplicar em um terreno sem que o solo sofra redução de sua produtividade por efeito da erosão.

A classificação convencional, universalmente aceita, abrange oito classes de capacidade de uso da terra das quais quatro de terras de cultura, três de terras de pastagem ou reflorestamento e uma de terras impróprias para vegetação produtiva, sendo hierarquizadas de acordo com a seguinte distribuição:

- **Grupos de capacidade de uso** (A, B, C): estabelecidos com base nos tipos de intensidade de uso das terras;
- **Classes de capacidade de uso** (I a VIII): baseadas no grau de limitação do uso;
- **Subclasses de capacidade de uso** (Ile, IIle, IIIa, etc.): representam classes de capacidade de uso qualificadas em função da natureza da limitação;
- **Unidades de capacidade de uso** (Ile-1, Ile-2, IIle-1, etc.): baseadas em condições específicas que afetam o uso e manejo da terra.

Sendo:

- **Grupo A** – Terras cultiváveis (culturas anuais ou permanentes), pastagens, reflorestamento e preservação ambiental.
 - Classe I – Terras cultiváveis, aparentemente sem restrições no uso, não exigem práticas ou medidas especiais de conservação do solo.
 - Classe II – Terras cultiváveis com pequenas restrições no uso, práticas especiais

de conservação de fácil execução.

- Classe III – Terras cultiváveis com problemas complexos de conservação, requerem práticas especiais de conservação do solo.
 - Classe IV - Terras que apresentam limitações muito severas no uso, cultiváveis apenas ocasionalmente, ou em extensão limitada, requerem práticas muito severas de conservação.
- **Grupo B** – Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens, reflorestamento ou preservação ambiental.
 - Classe V – Terras sem restrições para uso com pastagem, reflorestamento, ou preservação ambiental, dispensam práticas especiais de conservação, geralmente exigem à prática de drenagem.
 - Classe VI – Terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação.
 - Classe VII – Terras com limitações muito severas no uso, com problemas complexos de conservação, uso restrito para pastagem, reflorestamento ou preservação ambiental.
 - **Grupo C** – Terras impróprias para culturas, pastagem e reflorestamento, próprias para preservação ambiental e recreação.
 - Classe VIII - Terras impróprias para culturas, pastagem e reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestres, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

Na determinação da capacidade de uso, observando-se os fatores físicos que exercem influência sobre o uso da terra, citam-se: natureza do solo, declividade, erosão, drenagem e o clima, procede-se com sua interpretação e análise, feita em conjunto, no sentido de se determinar e separar as classes, subclasses e unidades de capacidade de uso.

De posse dos dados do levantamento do meio físico, as interpretações para fins agrícolas, são procedidas de forma a abordar critérios que reflitam a maior ou menor adaptabilidade dos solos e do ambiente em que ocorrem, para um cultivo específico ou um grupo de cultivos. Consideradas as condições favoráveis à maioria das culturas, segundo critérios previamente estabelecidos, as limitações para o uso das terras são denotadas pelo afastamento ou desvio de suas características em relação às condições ideais previstas (CAVALIERI, 1998).

2.2. Adequação do uso das terras

A definição espacial da adequação do uso das terras se dá pelo cruzamento do plano de informação capacidade de uso com o plano uso atual, consiste em uma proposição de uso das terras de acordo com sua oferta ambiental. Esta definição envolve a caracterização do meio físico (tipos de solos e relevo), do uso atual e passado e a determinação da capacidade de uso das terras. A partir daí, pode-se identificar a compatibilidade entre a capacidade de uso e o uso atual das terras, de modo que, possam ser identificadas as áreas que estão sendo utilizadas com prejuízo potencial ao ambiente (acima da capacidade de uso), assim como, aquelas subutilizadas (abaixo da capacidade de uso).

Para ROCHA (1997), a possibilidade de degradação ambiental é diretamente proporcional aos conflitos verificados em uma dada área. Os conflitos de uso da terra figuram entre os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamento de rios, barragens e açudes, enchentes e efeitos decorrentes de estiagens.

FORMAGGIO et al. (1992), indicam a disponibilidade de um método semi-automático e não subjetivo para a obtenção da aptidão agrícola, associado ao monitoramento da adequação do uso das terras, requer-se para tanto, conhecimentos multidisciplinares como aptidão agrícola, uso e cobertura do solo e técnicas de sensoriamento remoto.

2.3. Equação Universal de Perda de Solo – EUPS

Entre as perspectivas de estudo da erosão do solo que levam em consideração a análise espacial do fenômeno, está a avaliação preditiva como forma de subsidiar o planejamento do uso da terra, bem como definir as medidas de conservação. No intuito de desenvolver estudos preditivos, recorre-se ao uso de modelos, que surgiram na década de 40, e até hoje são amplamente utilizados nas pesquisas agronômicas de conservação do solo.

Sendo assim, no que se refere aos aspectos agronômicos, BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), enfatizam a erosão do solo do ponto de vista conservacionista, considerando como estudos de erosão aqueles que envolvem a determinação de perdas de solo e água por erosão, com talhões munidos de sistemas coletores, e o desenvolvimento de ravinas e determinação de mudanças na superfície do solo.

De forma genérica, concebe-se a erosão como um processo de retirada e transporte de partículas do solo pelos agentes erosivos (ELLISON, 1947), os quais BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), especificam como sendo água e vento e a U. S. Soil Conservation Society of America-SCSA, em 1976, vai mais além, incluindo o gelo e outros agentes geológicos.

A erosão consiste em um conjunto de processos pelos quais os materiais da crosta terrestre são desagregados, dissolvidos ou desgastados e transportados de um ponto a outro pelos agentes erosivos (geleiras, rios, mares, vento ou chuva). Descrevendo estes processos BERTONI

e LOMBARDI NETO (1993), relata que a desagregação se refere à individualização das partículas agregadas do solo, condição promovida pelo impacto das gotas de chuvas no solo, constituindo-se desse modo, numa das contribuições da precipitação sobre a erosão do solo. Quando a intensidade da chuva passa a ser maior do que a taxa de infiltração, inicia-se a segunda fase do processo, Transporte. A caracterização da terceira fase do processo, Deposição, ocorre quando a energia do fluxo superficial, que depende do volume e velocidade da água, não é suficiente para transportar o material sólido.

2.3.1. Modelagem matemática

No Estados Unidos da América durante a década de 30, aconteceram crises econômicas catastróficas, ao mesmo tempo em que uma grande área do país sofreu intensa degradação ambiental, face aos processos erosivos (hídrico e eólico). Como resultado, o governo decidiu reunir medidas mitigadoras, com objetivos de controlar o quadro de degradação e se iniciaram os esforços, no sentido de se proteger as terras. As ações implementadas incluíram a incorporação de muitas pessoas, ora desempregadas devido à situação financeira, nos quadros do exército, para executarem práticas de conservação das terras. Por outro lado, foram desenvolvidas pesquisas em bacias hidrográficas experimentais, e em Estações Agrícolas Experimentais, coordenadas pelo Governo Federal e pelas Universidades. Os trabalhos desenvolvidos resultaram numa coleção de dados empregada no estabelecimento das estratégias de ação. Com a aplicação de planos alternativos, no uso da terra, a partir das informações obtidas pelas pesquisas e aplicado à terra, alcançou-se controle dos processos crescentes de degradação ambiental, especialmente às promovidas pelos processos erosivos. O resultado final gerou um grande banco de dados que poderia ser usado para outros propósitos, como o desenvolvimento de tecnologia de predição de erosão.

Várias tentativas de descrever a erosão, através da modelagem matemática, se iniciaram na década 40. Em 1954 se instalou na Universidade de Purdue um Centro Nacional de Dados de Perda de Solo e Runoff. Os dados gerados a partir das pesquisas, ali desenvolvidas, foram usados para desenvolver a Equação Universal de Perda de Solo, como descrito por WISCHMEIER e SMITH (1978). Esta equação permite estimar a perda de solo, por unidade de área, resultante da erosão causada pela chuva, (NORTON e LAFFLEN, 1996).

A equação paramétrica EUPS tem a seguinte formulação:

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (1)$$

Sendo:

A = perda de solo por unidade de área e de tempo ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ – atual: Sistema Internacional de Medidas), ou (t/ha – antiga nomenclatura)

R = fator erosividade, índice de erosão pela chuva ($\text{MJ} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

K = fator erodibilidade ($\text{Mg} \cdot \text{ha} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$)

L = fator comprimento do declive (adimensional)

S = fator grau do declive (adimensional)

C = fator uso e manejo (adimensional)

P = fator práticas conservacionistas (adimensional)

Dos parâmetros que compõe a EUPS os fatores R, K, L e S representam os fatores naturais, sendo R condicionado pelo clima, portanto, específico para a região. Os parâmetros K, L, e S variam de acordo com a natureza do solo e a morfologia do terreno, respectivamente (PEREIRA, 2002).

Os fatores C e P são fatores tecnológicos universais, portanto de natureza antrópica. Podem ser alterados pela adoção de práticas conservacionistas adequadas de manejo do solo.

O fator erosividade (R) expressa o poder erosivo do impacto da chuva. É estimado de acordo com metodologia aplicada por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), onde se obtêm o valor anual pela agregação de estimativas baseadas em média pluviométricas mensais.

Na Região Nordeste foram estudados dados de postos pluviométricos de zonas climáticas da região, segundo o método de regressão múltipla, chegando-se a conclusão de que o fator R de Wishmeier é função da pluviometria. Foram, então, obtidas as seguintes relações (LEPRUN 1981):

Zona do sertão

$$\text{forma exponencial - } R = 106,76 e^{0,002P} \quad (2)$$

$$\text{forma de potência - } R = 0,13 P^{1,24} \quad (3)$$

Zona do litoral cearense e transição à zona amazônica

$$R = 0,05 P^{1,29} \quad (4)$$

Zona do Agreste e Mata Interior

$$R = 0,02 P^{1,25} \quad (5)$$

As equações obtidas têm suas bases que decrescem ao mesmo tempo em que os expoentes crescem na ordem que resulta na seqüência crescente de erosividade das chuvas em função de um mesmo valor de pluviosidade, da seguinte forma:

Sertão > Litoral cearense e transição à Amazônia > Mata costeira > Agreste > Brejo (mata interior)

Com base nessa informação e em mapa existente da pluviometria do Nordeste, elaborou-se mapa de erosividade das chuvas, no qual seis regiões foram assim delimitadas:

$R < 230$ Sertão mais seco

$230 < R < 340$ Sertão seco

$340 < R < 500$ Sertão úmido, Agreste e Brejo

$500 < R < 730$ Agreste úmido, Zona pré-amazônica e Mata interior

$730 < R < 1.000$ Mata do litoral úmida

$R > 1.000$ Mata do litoral muito úmida

Especificamente com relação ao Estado da Paraíba, CHAVES e DINIZ (1980), estudaram 10 postos meteorológicos e utilizando o índice EI_{30} , definiram três grupos destes, os quais correspondem aos tipos climáticos da classificação de Koppen:

As' - Quente e úmido com chuvas de outono-inverno, com altas precipitações e baixa erosividade;

Bsh - Semi-árido quente, com baixas precipitações e baixa erosividade;

Aw' - Quente e úmido com chuvas de verão-outono, com altos valores de precipitação e erosividade.

O fator erodibilidade (K), expressa a suscetibilidade do solo à erosão. Reflete certas propriedades inerentes aos solos, que, segundo BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), a) afetam a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade total de armazenamento de água; b) resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva e escoamento.

O valor quantitativo do fator erodibilidade foi concebido experimentalmente em parcelas de dimensões e declives uniformes, sendo expresso como a perda de solo por unidade de erosividade.

O método direto de obtenção da erodibilidade pode ser efetuado com chuvas naturais ou simuladas, das quais as primeiras fornecem resultados mais precisos, embora demandem muito tempo (LIMA, 2000).

LEPRUN (1981), cita que em solos testados no Estado da Paraíba com o método do simulador de chuva e o terreno submetido apenas ao efeito de uma enxada e de um ancinho (tratamento insuficiente que subestima - a erodibilidade), obteve-se os seguintes resultados:

Podzólico Vermelho-Amarelo - 0,018

Terra Roxa Estruturada - 0,37

Vertissolo - 0,03

A obtenção do fator K pode ser também efetuada através de métodos indiretos com base nas propriedades físicas e químicas dos solos. Dentre os métodos indiretos, o mais difundido é o

nomograma de WISCHMEIER et al. (1971), que requer, em primeira aproximação, dados de porcentagem de silte + areia muito fina, porcentagem de areia (0,10-2,0 mm) e porcentagem de matéria orgânica; e em segunda aproximação considera a estrutura do solo e sua permeabilidade.

Buscando minimizar o problema da regionalização, na estimativa indireta do fator erodibilidade, CHAVES (1995), usando 19 solos relativos à região Nordeste obteve, através de análise de Regressão Stepwise Múltipla, a seguinte relação para 19 classes de solos do Vale do Rio São Francisco, que apresentou coeficiente de determinação de 0,92:

$$K=2,47 \times 10^{-3}(\text{SIL})^{-5},23 \times 10^{-3}(\text{OAL})^{+8},89 \times 10^{-3}(\text{CO})^{2+1},15 \times 10^{-2}(\text{OFE})^{+1},42 \times 10^{-4}(\text{OSI}+\text{OSI}2)^{-1},89 \times 10^{-2}[\text{OSI}/(\text{OFE}+\text{OAL})]^2, \quad (6)$$

Sendo:

SIL = teor de silte do solo;

CO = teor de carbono orgânico;

OFE = teor de óxido de ferro extraído por ác.sulfúrico;

OSI = teor de óxido de silício extraído por ác.sulfúrico (todos dados em porcentagem).

O autor admite que a equação obtida apresenta bom potencial para a estimativa de K para as condições brasileiras, considerando o fato da regionalização dos dados. Ainda, segundo CHAVES (1995), a vantagem desta estimativa, reside na possibilidade de se obter valores de K indiretamente a partir de levantamentos de solo, devendo-se evitar extrapolações.

Os fatores L e S, na prática são estimados conjuntamente, compondo o fator topográfico. Exercem influência sobre a velocidade e quantidade de enxurrada e, conseqüentemente, no poder de desagregar e carregar partículas do solo (LAGROTTI, 2000).

De acordo com BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), a determinação do fator topográfico é dada pela seguinte formulação:

$$LS = 0,00984 * C^{0,63} * S^{1,18} \quad (7)$$

Sendo:

C = comprimento do declive, em m;

S = grau do declive, em %.

Os dados que compõem o fator topográfico são, em geral, obtidos a partir de cartas topográficas em escala média e grande. Nesse sentido, busca-se o nível de informação necessário para detectar o comportamento das vertentes, por intermédio de um espaçamento entre as curvas de nível que torne isso possível, haja vista o detalhamento que se deseja para o trabalho.

O procedimento de trabalho adotado para obtenção destes parâmetros, pode ser manual ou automático, dependendo do controle que se deseja dos resultados, do tempo necessário para a realização do mesmo, bem como das dimensões da área estudada.

PINTO (1983), utilizou cartas topográficas na escala 1:50.000, para obter os valores de declividade e extensão de vertentes. O autor utilizou quadrículas amostrais de 2cm x 2cm e estimou a declividade como valores médios ponderados para cada quadrícula.

Em trabalho envolvendo bacia de grande porte (Peixe-Paranapanema, cerca de 52.000 km²), o IPT(1986), obteve as medidas de declividade e comprimento de vertentes, por meio de cartas topográficas 1:50.000, utilizando grade de pontos sistemáticos com base na rede de quadriculas UTM. Os parâmetros L e S foram obtidos para definição do fator topográfico, conforme formulação de BERTONI e LOMBARDI NETO (1993).

DONZELI et al. (1992), em trabalho desenvolvido em bacia hidrográfica no município de Pirassununga (SP), obtiveram os dados de declividade e comprimento de vertente em cartas topográficas na escala 1:20.000. A informação da declividade foi obtida de forma automática no ambiente SGI - INPE e também manualmente, definindo-se classes. No que se refere aos valores de extensão de vertentes foram obtidos sobre as cartas topográficas, com apoio de grade de pontos sistemática, e, em seguida, inseridos no SGI, gerando-se mapa de comprimentos de rampa. Os valores do fator topográfico foram gerados com base na formulação de BERTONI e LOMBARDI NETO (1993).

O fator uso e manejo (C), reflete o comportamento do solo frente ao uso e manejo, modificando-se durante as várias fases do ciclo agrícola, pois em cada uma delas a exposição à erosão difere. Os fatores que mais influenciam em C são: preparo do solo, restos de culturas, e rotação de cultura. (TOLEDO, 1997).

No modelo EUPS, o fator uso e manejo (C) é o que inclui a influência tanto da cobertura vegetal, como das culturas agrícolas e seu manejo. Nesse sentido, RESENDE e ALMEIDA (1985), consideram-no o de maior complexidade da EUPS notadamente no que diz respeito ao uso agrícola da terra, vez que é o mais susceptível de alterações pelo agricultor.

Esta complexidade é avaliada por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), que esclarecem ser esse fator dependente das combinações de seqüência de culturas, práticas de manejo, como também do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas. Portanto, os efeitos das variáveis uso e manejo não podem ser avaliados independentemente, uma vez que existem interações entre elas.

Embora não sejam computados diretamente, os citados estágios são considerados como subfatores de C (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Nesse sentido, os procedimentos de estimação do fator C levam em consideração estágios diferentes da cultura, desde o preparo do solo, crescimento da cultura, maturação, colheita e ocorrência de resíduos sobre o solo. Para todas as situações é considerada a porcentagem de distribuição do índice de erosão (EI) anual (WISCHMEIER e SMITH, 1978; BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993).

Pesquisas desenvolvidas na região Nordeste para determinação do fator C são ainda pouco numerosas, e forneceram os seguintes valores (LEPRUN e SILVA, 1994):

Algodão herbáceo = 0,25 a 0,66;

Mandioca = 0,18;

Milho = 0,05;

Mucuna = 0, 05;

Cana-de-açúcar = 0,11 no plantio e 0,004 depois;
 Capim colonião, pangola e capim Bufo = 0,01;
 Capoeira = 0,2 a 0,02, dependendo do estado de desenvolvimento;
 Vegetação natural (caatinga) = 0,007 a 0,001.

PINTO (1991), em trabalho desenvolvido na região de Casa Branca (SP) e com base em dados extraídos de BERTONI (1972) e BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), frutos de pesquisas na região Sudeste, adotou os seguintes valores para o fator C:

Culturas temporárias - 0,21
 Pasto - 0,01
 Citrus - 0,02
 Reflorestamento - 0,0001
 Cerrado - 0,0007
 Vegetação de várzea - 0,00
 Mata - 0,00004

Os dados referentes ao Nordeste também evidenciam que a vegetação natural de caatinga exerce significativa proteção ao solo, não apresentando maiores problemas de conservação, a despeito do que se pode imaginar acerca da eficiência da caatinga no tocante à proteção ao solo. A esse respeito REIS (1994), comenta que a cobertura vegetal constitui um dos mais importantes fatores de controle da erosão no espaço semi-árido, mesmo sendo decídua, exerce sua proteção sobre o solo. Desse fato, conclui-se que uma das causas da erosão nessa área é a devastação desenfreada da vegetação.

Quanto ao fator práticas conservacionistas (P), WISCHMEIER e SMITH (1978), definem como a relação entre a perda de solo quando adotada uma prática conservacionista e a perda verificada em um cultivo acompanhando o sentido do declive (“morro abaixo”).

Existem diversos tipos de práticas conservacionistas, entre as quais as mais comuns para as culturas anuais são: plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternância de capinas, cujos valores de P considerados de forma genérica se encontram na Tabela 1 (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993).

Tabela 1 - Valores de P (EUPS) para algumas práticas de conservação.

PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO	VALOR DE P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de capinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

Fonte: BERTONI e LOMBARDI NETO (1993).

2.4. Técnicas de geoprocessamento

A intensificação das interferências humanas, pela simplificação do meio, com objetivos exploratórios (agro-silvo-pastoris), no território brasileiro, tem suscitado a atenção dos segmentos ligados ao planejamento agroambiental, face as significantes alterações que tem provocado nos cenários naturais. Uma das alternativas que se apresenta para subsidiar políticas voltadas às soluções destes problemas é a adoção de estudos integrados em nível de bacias hidrográficas.

Inúmeras são as propostas metodológicas para a investigação do ambiente. A partir da década de 70 avanços tecnológicos relativos à aquisição e armazenamento, manipulação e saída de informações espaciais propiciaram um progresso expressivo na implementação de estudos integrados de dados. Neste sentido, a disponibilidade de dados orbitais e de estruturas computacionais auxiliares como os Sistemas de Informações Geográficas, permitiu maior agilidade na coleta de dados e análise integrada das informações ambientais (VALÉRIO FILHO, 1995).

MAGUIRRE et al., (1991), incluíram os SIG's em um conceito amplo, o de geoprocessamento, que envolve um conjunto integrado de hardware, software, dados e recursos humanos que operam em um contexto institucional. Enfatizam que existem três aspectos principais considerados nesses sistemas: a noção de mapa (como sendo a forma de representação da informação); a base de dados e as funções de análise espacial que possuem.

Os SIG's são poderosas ferramentas que permitem a análise de informações espaciais, principalmente quando essas informações são oriundas de diferentes fontes, tais como mapas, fotos aéreas digitalizadas, imagens de satélite e matrizes numéricas. Estes não apresentam aplicações específicas, na realidade permitem estas e muitas outras. Nesse sentido, a avaliação da erosão do solo realizada por SIG's especialistas, a princípio pode ser realizada em qualquer SIG que suporte a estrutura de dados necessária.

Para ASSAD et al. (1998), a utilização de SIG's possibilita a geração de bancos de dados codificados espacialmente, promovendo ajustes e cruzamentos simultâneos de grande número de informações. No caso específico da avaliação das terras para a agricultura, os SIG's facilitam a representação gráfica das classes e a atualização das informações. Outrossim, LIMA (2000), ressalta que esta utilização pressupõe que haja a clara noção de como as informações espaciais serão relacionadas, tratando-se de uma avaliação multidimensional, à luz de um raciocínio lógico embasado numa teoria ou em modelos estocásticos ou determinísticos existentes.

O geoprocessamento representa atualmente um importante instrumento de apoio e viabilização de projetos, em diferentes áreas do conhecimento, especialmente em estudos que envolvem a manipulação de grande quantidade de informações e análise de dinâmica temporal/espacial, caso específico do uso atual das terras (DONZELI et al. 1992).

Existem vários exemplos na literatura relativos ao emprego do geoprocessamento em estudo de análise de degradação ambiental, especialmente na avaliação espacial do potencial de erosão e da expectativa de perda de solo. Neste contexto, VALENZUELA et al. (1986), utilizaram

parâmetros do modelo EUPS em um SIG para geração do potencial de erosão do solo. Sendo assim, reclassificaram o mapa de solos em classes de potencial de erosão e afirmaram que esta informação poderia ser combinada com dados de declividade, uso da terra e proximidade de rios, para determinar os riscos de erosão para a agricultura e os riscos que a sedimentação poderia oferecer à ocorrência de inundações, devido ao assoreamento.

DONZELI et al. (1992), em estudo desenvolvido na bacia do rio São Joaquim (Pirassununga/SP) também utilizaram o sistema computacional SGI/INPE, para integrar os parâmetros do modelo EUPS, no sentido de avaliar a degradação dos solos na área. Obtiveram o potencial natural de erosão e a estimativa de perdas de solo. Utilizando ainda o SGI/INPE, foram combinados o potencial natural de erosão com a tolerância de perdas de solo para obtenção do parâmetro CP tolerável. O CP tolerável foi combinado com a informação do CP atual, de forma a gerar a expectativa de erosão.

VALÉRIO FILHO (1994), também utilizou o SGI/INPE para combinar os parâmetros do modelo EUPS, referentes à bacia do Ribeirão Bonito (SP), na área de influência do reservatório de Barra Bonita. Os procedimentos adotados para combinação das informações foram semelhante àqueles realizados por DONZELI et al. (1992), diferindo apenas porque o autor efetuou o estudo em duas datas e teve a possibilidade de avaliar que houve um aumento na expectativa de erosão da área, em virtude da substituição da vegetação natural por culturas.

LOMBARDI NETO et al. (1995), utilizaram o programa computacional IDRISI para combinar os parâmetros do modelo USLE, em estudo desenvolvido na microbacia do Ribeirão Cachoeirinha (Iracemápolis/SP). Os valores referentes aos parâmetros da EUPS e também da tolerância de perdas de solo foram estabelecidos para a microbacia como um todo, através da ponderação dos valores em relação a área de ocorrência de cada elemento do meio. Sendo assim, foi obtido o valor de perdas médias de solo, o qual superou o valor de tolerância.

Este fato levou os autores a sugerirem uso e práticas de conservação adequadas, para que as perdas de solo se mantivessem abaixo dos limites de perdas dos solos da área. Ainda nesta microbacia, ROCHA et al. (1995), obtiveram os valores de comprimento de rampa e declividade, utilizando ambiente SIG. A partir de interpolação do mapa digital de curvas de nível, gerou-se no SIG IDRISI o Modelo Digital do Terreno - MDT e, em seguida, o mapa de declividades. O mapa de comprimento de rampa foi gerado por meio de cruzamentos de operações aritméticas efetuadas segundo a consideração dos mapas de declividades, mapa de aspectos e mapa de rampas .

Em suma, tem-se verificado o emprego crescente das técnicas de geoprocessamento nos estudos de planejamento do uso da terra e análise ambiental, baseadas especialmente, nos sistemas de informações geográficas visto sua capacidade de suporte à integração de dados, possibilitando a geração e análise da informação geográfica a partir de um grande volume de informações.

2.5. Diagnóstico ambiental

Conforme descreve SANTOS (1998), a fase de diagnóstico consiste na interpretação e valorização atual do sistema ambiental, considerando sua trajetória histórica e evolução previsível. Mostra as relações estruturais dos problemas atuais e potenciais, indicando suas causas e agentes determinantes.

MACEDO (1995), menciona que a finalidade básica de um diagnóstico ambiental é a identificação do quadro físico e antrópico de uma dada região, considerando seus fatores ambientais constituintes e, sobretudo, as relações e os ciclos que conformam, de modo a evidenciar o comportamento e as funcionalidades dos ecossistemas que realizam. Complementa esse autor, os diagnósticos ambientais deverão, obrigatoriamente, caracterizar as potencialidades e as vulnerabilidades da região em estudo, ante as atividades transformadoras que nela ocorrem, além de outras atividades que eventualmente ali se instalem.

Para ROCHA (1997), a aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental, no sistema ambiental, levanta todos os problemas da bacia hidrográfica, sub-bacia ou microbacia hidrográfica, mostrando o grau de decadência ambiental do meio físico, social, econômico, tecnológico, sócio-econômico. Ademais, analisam os conflitos e indicam as soluções em todos os níveis, integrando conclusões e recomendações para recuperação total do meio ambiente. Este autor apresenta a seguinte caracterização para estes diagnósticos:

a] Diagnóstico físico-conservacionista. Este diagnóstico é aplicado objetivando direcionar a distribuição espacial das terras considerando sua aptidão para a agricultura, pecuária e/ou florestamento. O parâmetro principal para esta classificação é o Coeficiente de Rugosidade (Ruggdeness Number – RN), produto da densidade de drenagem pela declividade média. Segundo WESTEMAN (1995), a topografia e a drenagem são variáveis independentes, que apresentam uma combinação aceitável nos estudos de uso e ocupação da terra. Neste particular, MOTA (1995), também menciona que a topografia do terreno está associada ao escoamento das águas. Mudanças na topografia podem ocasionar maior escoamento, cheias, alagamentos, maior erosão do solo e assoreamento de mananciais. Segundo este autor, a ocupação do solo deve considerar este aspecto físico. Ainda sugere o autor que o sistema de drenagem natural das águas é um importante aspecto que deve ser considerado no planejamento territorial de uma bacia hidrográfica. A ocupação do solo deve ser feita de modo a reduzir o escoamento natural, com adoção de práticas conservacionistas, evitando os problemas resultantes das alterações desordenadas dos processos erosivos do solo.

As recomendações principais, advindas da aplicação deste diagnóstico, correspondem à criação de florestas ecológicas visando à promoção de retenção das águas das chuvas, por infiltração, com preservação das nascentes e mananciais e instalação de florestas para fins múltiplos, especificamente para produção de madeira e com fins energéticas.

b] Diagnóstico sócio-econômico. De acordo com ROCHA (1997), a aplicação deste diagnóstico consiste na análise da situação social, econômica, tecnológica e sócio-econômica da população do meio rural (produtor e núcleo familiar), no sentido de se avaliar, por micro- bacia, a degradação sócio-econômica das famílias locais. As recomendações são centradas na elaboração de projetos de exploração sustentada dos recursos ambientais,

c] Diagnóstico ambiental. Consiste em levantar e analisar todos os elementos da poluição direta das microbacias objetivando verificar o grau de degradação destas áreas de estudo. A etapa seguinte corresponde ao empreendimento de projetos específicos à recuperação ambiental.

Principais pontos a enfocar no diagnóstico ambiental:

- Poluentes fitossanitários: inseticidas, herbicidas, fungicidas, raticidas.
- Poluentes industriais.
- Poluentes residenciais.
- Poluentes por resíduos agropecuários.
- Poluentes gerais: minas, pedreiras, areais, queimadas, etc.
- Manejo adequado dos resíduos fitossanitários, industriais, residenciais, agropecuários e gerais ROCHA (1991).

Para FREITAS & KER (1996), o diagnóstico da situação atual e potencial do ambiente pode ser desenvolvido a partir das seguintes análises:

a] Caracterização sócio-econômica. Caracterizar o ambiente sócio-econômico da micro bacia a partir de entrevistas realizadas junto aos produtores rurais, fundamentando-se na aplicação de questionários específicos.

b] Caracterização fisiográfica. Detalhamento do meio físico, a partir das seguintes análises: localização e caracterização da área, levantamento de solos, caracterização climática, levantamento da cobertura vegetal, caracterização hidrológica.

c] Caracterização do uso e do manejo do solo. Objetiva a obtenção de informações relativas às práticas de uso e manejo adotados, informações detalhadas do uso e cobertura das terras, irrigação, ocorrência de erosão e de compactação, subsolagem, entre outros. Sugere-se a utilização de imagens orbitais para a coleta das informações de uso e ocupação das terras, neste aspecto é importante a observância da escala de desenvolvimento dos estudos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Área de estudo

a) Localização

A área de estudo se localiza na porção oriental do Estado da Paraíba, mesorregião do litoral paraibano. Ocupa uma área aproximada de 6992,91ha, na qual os tabuleiros costeiros se estendem para o interior do Estado, portanto, no limite ocidental da zona fisiográfica do litoral/mata. Está circunscrita às seguintes coordenadas geográficas: 35°08'16" a 35°15'12" de longitude, a oeste de Greenwich e 06°59'18" a 07°05'42" de latitude sul (Figura 1).

b) Caracterização do meio físico

b.1. Solos

De acordo com LIMA (2000), os solos que ocorrem na área podem ser subdivididos em dois grupos que estão associados ao material de origem. Sobre os terrenos dos sedimentos do terciário se encontram solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa, assim como solos com horizonte B podzol e areno-quartzosos. Sobre o terreno do pré-cambriano se encontram solos com horizonte B textural e argila atividade alta e solos pouco desenvolvidos dos fundos de vales (Tabela 2 e Figura 2).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos abrupcos – (PVAd) ocorrem em 26,1% da área. São solos profundos ou muito profundos, não álicos, com fertilidade natural baixa (distróficos), moderadamente drenados.

A classe correspondente a Associação Argissolos vermelho-amarelos Distróficos, abrupcos, fragipânicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos órticos típicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (RQo) ocupam 13,7% da área mapeada. São solos com reservas de nutrientes muito limitadas, não álicos, profundos, moderadamente drenados. Apresentam limitação muito forte quanto à disponibilidade de fósforo. Os Neossolos Quartzarênicos apresentam-se como um componente subdominante.

A Associação Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupcos, plínticos, fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifolia, relevo ondulado e fortemente ondulado – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase campos antrópicos, relevo suavemente ondulado – (RQo) corresponde espacialmente a 10,7% da área da microbacia. São caracterizados pela baixa saturação com alumínio, tem perfis profundos, bem diferenciados e são moderadamente drenados. Solos com boa reserva de nutrientes. São apropriados às atividades agropecuárias.

A classe Argissolos Vermelho Amarelos Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifolia, relevo plano e suavemente ondulado – (PVAe) ocorre em 1,9% da área de estudo. Estes solos têm B textural não hidromórfico, argila de atividade baixa e alta porcentagem de saturação de bases. São bem diferenciados moderadamente drenados e profundos. O fósforo assimilável é muito baixo e pode atingir o valor de 3 ppm no horizonte A, caindo para 1 ou menos, no horizonte B. São solos

intensamente cultivados, em decorrência das condições agrícolas favoráveis que oferecem. Seu relevo plano a suavemente ondulado oferece condições muito boas para a mecanização.

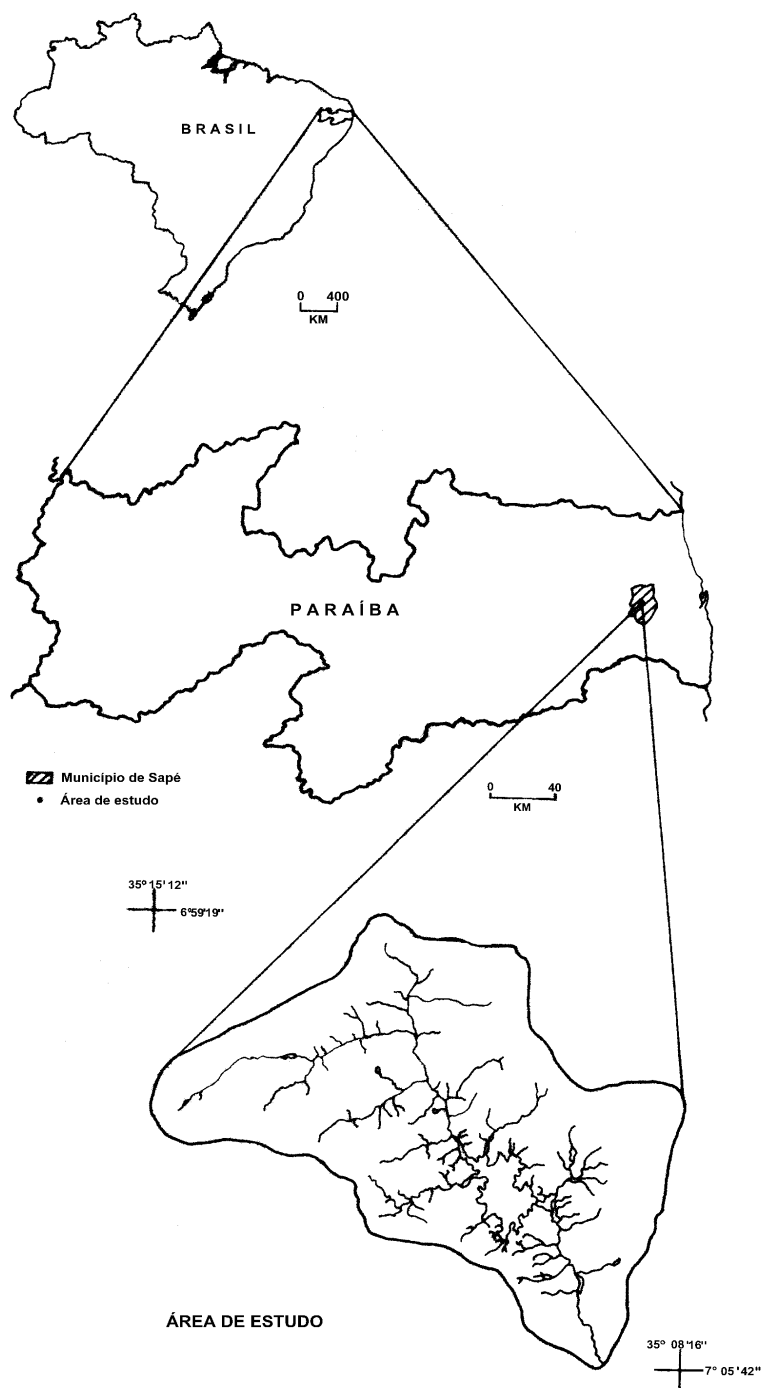


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

A Associação de Argissolos Vermelho Amarelos Eutróficos típicos fase floresta subcaducifólia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (PVAe) e Neossolos Litólicos Eutróficos

típicos, fase floresta subcaducifólia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (RLe), representa 8,9% da área mapeada. São solos de fertilidade alta, porém com teores de fósforos assimiláveis baixos. São profundos e moderadamente drenados. São aptos às atividades agrícolas, porém têm no relevo (ondulado e fortemente ondulado) sua maior restrição.

A classe representada pela Associação de Espodossolos Cárbicos Órticos típicos fase cerrado, relevo plano – (EKo) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo), ocupa 2,5% da área mapeada. São solos muito arenosos, bem diferenciados, profundos, ácidos, com saturação de bases muito baixa e alta saturação com alumínio, imperfeitamente drenados. Geralmente apresentam deficiência de micronutrientes. O fósforo assimilável possui valores muito baixos.

A Associação de Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo) e Argissolos Vermelho Amarelos distróficos abrupticos, fragipânicos fase transição floresta subcaducifólia/cerrado, relevo plano – (PVAd) e Espodossolos Cárbicos Órticos, fase cerrado, relevo plano – (EKo), tem a menor representação espacial na área de estudo, correspondendo a 1,6%. Esta classe compreende solos areno-quartzosos, profundos, com teores de argila muito baixos, são ácidos, com saturação de bases baixa e alta saturação com alumínio trocável. Tem fertilidade natural muito baixa, são excessivamente drenados, com limitações muito fortes quanto à disponibilidade de água e apresentam o horizonte A fracamente desenvolvido.

A classe representada pela Associação de Luvisolos Crômicos Órticos planossólico, fase floresta caducifólia, relevo suavemente ondulado – (TCo) e Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, fase floresta caducifólia, relevo ondulado – (RLe), corresponde a maior classe com 31,5% da área mapeada. São solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade alta, elevada saturação de bases, horizonte A fracamente desenvolvido, normalmente com mudança textural abruptica de A para B. São solos de profundidade média ou rasa, moderadamente drenados, com forte limitação quanto a disponibilidade de água. Apresentam sérias restrições ao emprego de máquinas e implementos agrícolas de uso comum. São solos bastante susceptíveis à erosão, tendo em vista este aspecto, a mecanização deve ser acompanhada de medidas conservacionistas.

Os Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos típicos fase campos de várzea, relevo plano – (RUve) correspondem a 3,1% da área mapeada. São solos pouco desenvolvidos, provenientes de deposições fluviais. Possuem argila de atividade alta, saturação com alumínio praticamente inexistente (não álicos) e alta saturação de bases, portanto, de fertilidade natural alta, profundos e mal drenados. Solos com quantidades excessivas de sódio trocável. Não apresentam limitações quanto ao emprego de máquinas e implementos agrícolas.

Tabela 2 – Classes de solos, com suas áreas e respectivas porcentagens (SAMPAIO, 1973).

Classes de Solos	Área	
	ha	%
Classificação atualizada (EMBRAPA, 1999)		
Argissolos Vermelho-Amarelos abrupticos – (PVAd).	1824,7	26,1
Argissolos vermelho-amarelos Distróficos, abrupticos, fragipânicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos órticos típicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (RQo).	954,3	13,7
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupticos, plínticos, fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifolia, relevo ondulado e fortemente ondulado – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase campos antrópicos, relevo suavemente ondulado – (RQo).	749,2	10,7
Argissolos Vermelho Amarelos Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifolia, relevo plano e suavemente ondulado – (PVAe).	131,8	1,9
Argissolos Vermelho Amarelos Eutróficos típicos fase floresta subcaducifolia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (PVA) e Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifolia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (RLe).	618,6	8,9
Espodossolos Cárbicos Órticos típicos fase cerrado, relevo plano – (EKo) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo).	177,6	2,5
Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo) e Argissolos Verm.- Amarel distróficos abrupticos, fragipânicos fase transição floresta subcaducifolia/cerrado relevo plano-(PVAd) e Espodossolos Cárbicos Órticos, fase cerrado, relevo plano– (EKo).	110,4	1,6
Luvissolos Crômicos Órticos planossólico, fase floresta caducifolia, relevo suavemente ondulado – (TCo) e Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, fase floresta caducifolia, relevo ondulado – (RLe).	2198,9	31,5
Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos típicos fase campos de várzea, relevo plano – (RUve).	216,2	3,1
Área total	6981,7	100

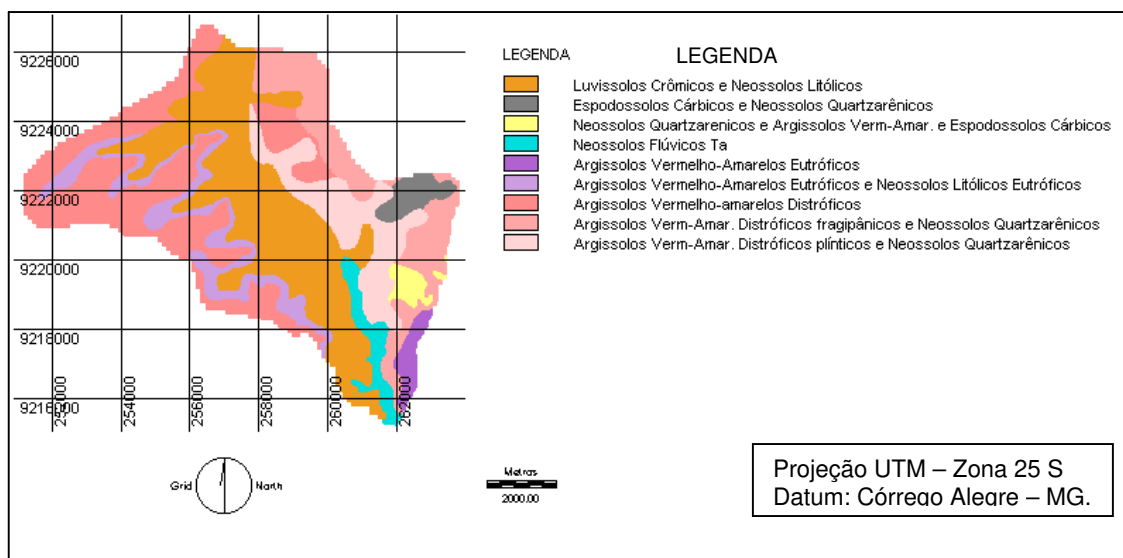


Figura 2 – Distribuição espacial das classes de solos da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

b.2. Relevo, geologia e hidrografia

A área em estudo está inserida no domínio morfológico do Baixo Planalto Costeiro, e como está numa área de transição com a Depressão Sublitorânea, encontra-se dissecada por rios que demandam o Atlântico, deixando aflorar o cristalino nos vales abertos e pouco profundos, como é o caso do vale do principal rio, o Una, que corta a área no sentido norte-sul.

Quanto a altimetria, as maiores cotas ocorrem associadas aos Baixos Planaltos Costeiros, variando de 130 a 200m, nas porções oeste e leste da área, e as menores na porção central associada aos terrenos da Depressão Sublitorânea, com altitudes que variam de 30 a 80m.

Os Baixos Planaltos Costeiros, modelado nos sedimentos do Grupo Barreiras, constituem-se em uma superfície sub-estrutural semi-tabular, com mergulho na direção NE-E, que se estendem no sentido norte-sul por todo o litoral do Estado da Paraíba, alcançando até 60 Km no sentido leste-oeste e possui terrenos pouco elevados (variando de 30 a 40 metros próximo ao mar, até 200 metros no limite ocidental, onde está localizada a área de estudo) (CARVALHO, 1982). Tem superfície plana, e, em alguns casos, em colinas residuais de topos semi-aplainados, muitas vezes de constituição arenosa. Ocorre na área em estudo, bem preservados, nas suas porções oriental e ocidental, em toda extensão norte-sul, constituindo-se nos interflúvios do vale do riacho Una.

No rebordo dos vales existentes na área, o relevo apresenta-se ondulado, com vertentes íngremes e nos talvegues há o afloramento do cristalino. Os afluentes do Riacho Una, que cortam a área no sentido leste-oeste, apresentam vales mais fechados, constituindo-se numa fase mais recente da dissecação dos Baixos Planaltos Costeiros.

Associados aos Baixos Planaltos Costeiros estão sedimentos do terciário, representados por coluna estratigráfica, predominantemente plano-paralela e constituída de material pouco consolidado areno-argiloso, muitas vezes intercalados com leitos de seixos de quartzo rolado e concreções lateríticas, pertencentes ao Grupo Barreiras do Plioceno (SAMPAIO, 1973). Esses sedimentos podem apresentar espessuras superiores a 50 m; entretanto, na área em estudo, a espessura varia de 10 a 30 m, uma vez que se trata de uma área próxima à zona de transição sedimento-cristalino, e, portanto, o capeamento sedimentar é menos espesso.

A superfície da Depressão Sublitorânea apresenta-se como uma planície semi-colinosa, de topos semi-arredondados e vertentes em geral convexas, com altitudes variando de menos de 80 m nos fundos de alguns vales até 100-130 m. Ocorre na Paraíba entre o Maciço da Borborema e o Baixo Planalto Costeiro, em toda extensão norte-sul do Estado, resultante de um processo de exumação do cristalino pela retirada da cobertura detrítica terciária do Grupo Barreiras. Na área de estudo em particular, a superfície da Depressão Sublitorânea constitui uma reentrância dos Baixos Planaltos Costeiros no sentido norte-sul, resultado da ação erosiva do Riacho Una, afluente do rio Paraíba. Essa feição ocorre num trecho em que os Baixos Planaltos apresentam, no Estado da Paraíba, a maior extensão no sentido leste-oeste (CARVALHO, 1982).

Nos vales de maior expressão, correspondendo à superfície da Depressão Sublitorânea, ocorrem rochas do pré-cambriano, relativas ao embasamento cristalino exumado, representadas por gnaisses e migmatitos associados ao granito. No vale do Riacho Una, principal curso da microbacia, a jusante do açude Pacatuba, e, portanto, no trecho inferior do mesmo, ocorrem sedimentos recentes do quaternário – holoceno. Estes se referem exclusivamente aos aluviões e Solos Hidromórficos na área. Compõe-se de camadas de areia não consolidada ou da alternância destas com outras, de constituição argilosa ou argilo-siltosa, podendo ocorrer ainda depósitos orgânicos semidecompostos (SAMPAIO, 1973).

b.3. Clima e vegetação

Segundo a classificação de Köppen a área em estudo enquadra-se regionalmente no subtipo climático As', com as seguintes características: amplitude térmica inferior a 5º C, temperatura média anual entre 22º C e 26º C, com os meses de janeiro e fevereiro sendo os mais quentes do ano e os de julho e agosto, os de temperatura mais amena. A precipitação pluviométrica média anual é de aproximadamente 900 mm, com os meses de junho e julho apresentando os maiores índices pluviométricos do ano. O período de estiagem é de 5 a 6 meses, estendendo-se de setembro/outubro a janeiro/fevereiro, sendo o mês de novembro o mais seco.

Segundo a classificação climática de Gaussen, a área sob estudo encontra-se nos domínios da modalidade climática 3dth – submediterrâneo (Mediterrâneo quente e sub-seco), pertencendo à grande região climática “Xerotérica-Mediterrânea”, sendo mais conhecida no Brasil como “Nordestina”.

As características dessa modalidade climática são: estação seca de 1 a 4 meses, curva térmica sempre positiva e temperatura do mês mais frio sempre superior a 15° C. O índice xerotérmico varia de 0 a 40 e o maior índice de precipitação pluviométrica é tipicamente de inverno. Sob esse domínio climático encontram-se formações vegetais de floresta de médio e alto portes, formações de transição floresta subcaducifólia/cerrado e áreas tipicamente de formação de cerrado.

Com base nos dados de precipitação pluviométrica do período de 1961 a 1991, do posto meteorológico da cidade de Sapé, o mais próxima da área de estudo (aproximadamente 3 km) , foi elaborado o gráfico a seguir (Figura 3), segundo esses dados, a precipitação média anual foi de 891,53 mm.

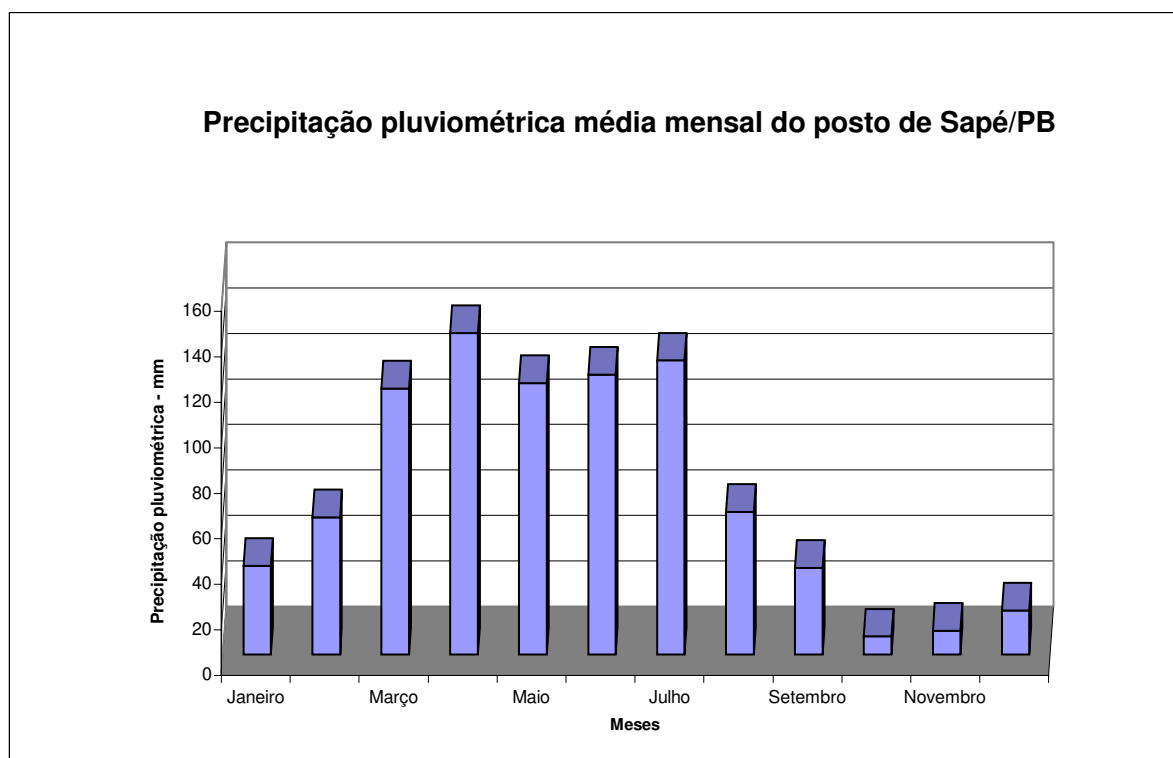


Figura 3 – Precipitação pluviométrica do posto de Sapé.

Quanto à vegetação, embora já bastante devastada, as formações vegetais na área de estudo, apresentam testemunhos da ocorrência de floresta subcaducifólia, floresta caducifólia, cerrados e campos de várzea.

De acordo com LIMA (2000), a floresta subcaducifólia ocorre em parte dos tabuleiros costeiros, nos terrenos menos arenosos e nas vertentes mais úmidas dos mesmos, formando conjuntos mais ou menos densos de espécimes retílineos, com altura variando em torno de 15 a 20 metros, parte dos quais perde a folhagem na estação seca. A mais importante ocorrência dessa

formação vegetal na área encontra-se na vertente leste do vale do Racho Una, nas proximidades do Açude Pacatuba, constituindo uma reserva particular, na qual estão as nascentes de alguns córregos afluentes do Riacho Una. Esta formação vegetal ocorre na zona de transição entre as modalidades bioclimáticas 3dTh - Mediterrâneo quente e sub-seco de Litoral/Mata e o 3cTh - Mediterrâneo quente ou Nordeste de seca atenuada da Zona do Agreste ou Caatinga Litorânea. As espécies mais freqüentes são (Sampaio, 1973): Pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*); louro (*Ocotea spp*); embirindiba (*Buchenavia capilata*); jatobá (*Hymenaea spp*); catolé (*Syagrus oleracea Bicc.*), entre outras.

A floresta caducifolia ocorre nos terrenos cristalinos de parte de alguns vales da área, no domínio morfológico dos terrenos suavemente ondulados a ondulados, caracterizando-se por espécies arbóreas, muito ramificadas e esparsas, com um substrato arbustivo quase que totalmente constituído de marmeleiros. A característica dessa formação vegetal está na sua perda total de folhas durante o período de estiagem. Apresenta característica de transição para a caatinga hipoxerófila e está subordinada às condições do bioclima 3cTh - Mediterrâneo quente ou Nordeste de seca atenuada. As principais ocorrências dessa formação são no vale do Riacho Una, constituindo verdadeiros resquícios florestais em meio a grandes áreas de campos antrópicos destinados à pastagem. Suas principais espécies são: braúna (*Schinopsis brasilienses*); juazeiro (*Zyziphus Joazeiro*); mulungu (*Erithrina velutina*); aroeira (*Astronium urundeuva Engl.*); catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*); angico (*Anadenanthera macrocarpa (Benth)*); canafístula (*Cassia excelsa Schrad*); marmeleiro (*Croton sp*); mandacaru (*Cereus jamacaru*).

Os cerrados são associações vegetais que ocorrem em grandes áreas contínuas ou alternadas com formações florestais, e em estreita correlação com solos arenosos ácidos e pobres em nutrientes, permitindo o surgimento de uma vegetação pouco exigente. Compõem-se de espécies arbóreo-arbustivas de pequena altura, com troncos tortuosos, casca suberosa e fendilhada, com galhos baixos e irregulares, formando agrupamentos pouco densos e muitas vezes esparsos com um substrato predominantemente constituído de gramíneas. Ocorrem principalmente na porção leste da área, nas proximidades da reserva de floresta subcaducifolia do Pacatuba, sobre os tabuleiros, estando associados a solos bastante arenosos. As espécies arbóreas e arbustivas de maior ocorrência são: murici-de-tabuleiro (*Byrsonima cydoniaefolia*); lixeira ou cajueiro brabo (*Curatella americana L.*); batiputá (*Ouratea fieldingiana*); mangaba (*Hancornia speciosa*) e cajueiro (*Anacardium occidentale L.*).

Os campos de várzea ocorrem nas baixadas alagadas e nas margens dos Riachos Una e Parede, e são compostos por formações rasteiras e gramíneas, associadas a terrenos pouco drenados e sujeitos a inundação. As espécies características dessas formações, são: *Panicum virgatum* (Gramineae); *Cyperus giganteus* (Cyperaceae); *Montrichardia sp* (Araceae) e *Acrosticum sp* (Polypodiaceae).

b.4. Uso da terra

O uso da área é destinado predominantemente à cultura da cana-de-açúcar, nos terrenos planos dos tabuleiros costeiros, mas ocupando também terrenos dos vales, se estendendo sobre as vertentes dos baixos planaltos. Associados à cana-de-açúcar, desta feita ocupando principalmente os fundos de vale com terrenos do pré-cambriano e solos menos espessos, estão os campos antrópicos destinados à pastagem. Ocorrem ainda dispersos, pequenos sítios com ocorrência de culturas temporárias, tais como mandioca, milho, feijão, e árvores frutíferas, destinados à subsistência de famílias, geralmente ocupadas na cultura da cana-de-açúcar. No vale do Riacho Parede encontra-se uma área não muito extensa ocupada com a cultura do coco. As fotos de 1 a 5 do Anexo 1, ilustra exemplos de categorias de uso da terra mapeadas na área de estudo.

3.1.2. Documentação e equipamentos

A documentação empregada no desenvolvimento do trabalho refere-se aos documentos cartográficos e aos produtos de sensoriamento remoto, ou seja:

- Cartas Planialtimétricas editadas pela SUDENE, na escala 1:25000. Folhas utilizadas:
Folha sapé – índice de nomenclatura SB.25-Y-C-II-2-NO;
Folha Capim – índice de nomenclatura SB.25-Y-A-V-4-SO;
Folha Marí – índice de nomenclatura SB.25-Y-C-II-1-NE

Datum Horizontal Córrego Alegre; Projeção Universal Transversa de Mercator Zona 25 S.

- Imagem de satélite LANDSAT 7 ETM, Órbita/Ponto – 214/065, Quadrante FF.

Bandas 3 4 5, formato Tiff, Datum Horizontal Córrego Alegre; Projeção Universal Transversa de Mercator – Zona 25 S. Adquirida em 04 de agosto de 2001.

3.1.3. Dados pedológicos

- Levantamento de reconhecimento Semidetalhado de Solos de Sapé, Marí e parte de Mamanguape, Mulungú e Caldas Brandão, realizado pela SUDENE (SAMPAIO, 1973).

Considerando o fato do referido levantamento ter se dado anteriormente à adoção oficial do atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, procedeu-se a atualização de nomenclaturas e simbologias das classes de solos mapeadas na área de estudo, de acordo com o preconizado por EMBRAPA-CNPq (1999), conforme o Anexo 2.

3.1.4. Dados meteorológicos

Foram empregados dados de precipitação pluviométrica da Rede Meteorológica da SUDENE, referente à série histórica normal (média de 30 anos), do período 1961 a 1991, disponibilizados pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto/CCT/UFCG – Campina Grande, conforme Anexo 3.

Para definição da erodibilidade do solo, foram empregados os dados de LIMA (2000), obtidos de forma indireta, através de análises físicas (granulométrica) e químicas (Carbono Orgânico e ataque sulfúrico de Alumínio, Silício e Ferro) de solo.

3.1.5. Equipamentos e softwares

- **Softwares utilizados:**

- IDRISI KILIMANJARO, versão 14.0
- CartaLinx, versão 1.2
- Aldus PhotoStyler, versão 2.0
- Excell – 2000

Nos trabalhos de campo, utilizou-se receptor GPS, modelo Garmin 100 SRVY II, para determinação das coordenadas UTM das residências existentes no âmbito da microbacia estudada. Além disso, foram utilizados materiais de escritório.

3.2 MÉTODOS

Os procedimentos adotados no presente trabalho estão relacionados à aquisição de dados referentes aos parâmetros da Equação Universal de Perda de Solo – EUPS, proposta por WISCHMEIER e SMITH (1978), e modificada por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), empregada na avaliação da degradação do solo; para a determinação das classes de capacidade de uso adotou-se o sistema adaptado por LEPSCH et al (1983). Neste sistema se inserem as características e as propriedades dos solos, a declividade do terreno, os fatores limitantes ao uso da terra e outras características gerais da área de estudo. A interpretação da carta de solo originada pelo levantamento de reconhecimento Semidetalhado de Solos realizado pela SUDENE (SAMPAIO, 1973), foi utilizada no fornecimento de informações relativas à determinação das limitações inerentes ao aproveitamento do solo; para o processo de diagnóstico ambiental, foram aplicados três diagnósticos, a saber: físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental. Nesta etapa, os procedimentos constam de aplicação de questionários através de entrevistas realizadas em nível de núcleo familiar, com levantamento de dados, objetivando a caracterização físico-conservacionista, além de informações tecnológicas, sócio-econômicas e ambientais, consideradas na avaliação da degradação ambiental da microbacia avaliada (Figura 4).

3.2.1. Equação Universal de Perda de Solo – EUPS

Para a caracterização do risco de erosão, foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo – EUPS, que considera informações relativas ao clima, solo, relevo, uso e manejo da terra.

A EUPS é a combinação de seis fatores que expressam o efeito das variáveis que influenciam o processo de erosão hídrica. É representada pela seguinte fórmula:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Sendo A = Perda de solo, em t/ha.

Os fatores condicionantes da erosão são representados por seis parâmetros, sendo quatro relacionados às condições naturais e dois de ordem antrópica, de acordo com a seguinte descrição:

3.2.1.1. Fatores naturais

Os fatores naturais, também expressos como Potencial Natural de Erosão (PNE), é representado pela seguinte formulação:

$$PNE = R * K * L * S \quad (8)$$

Sendo:

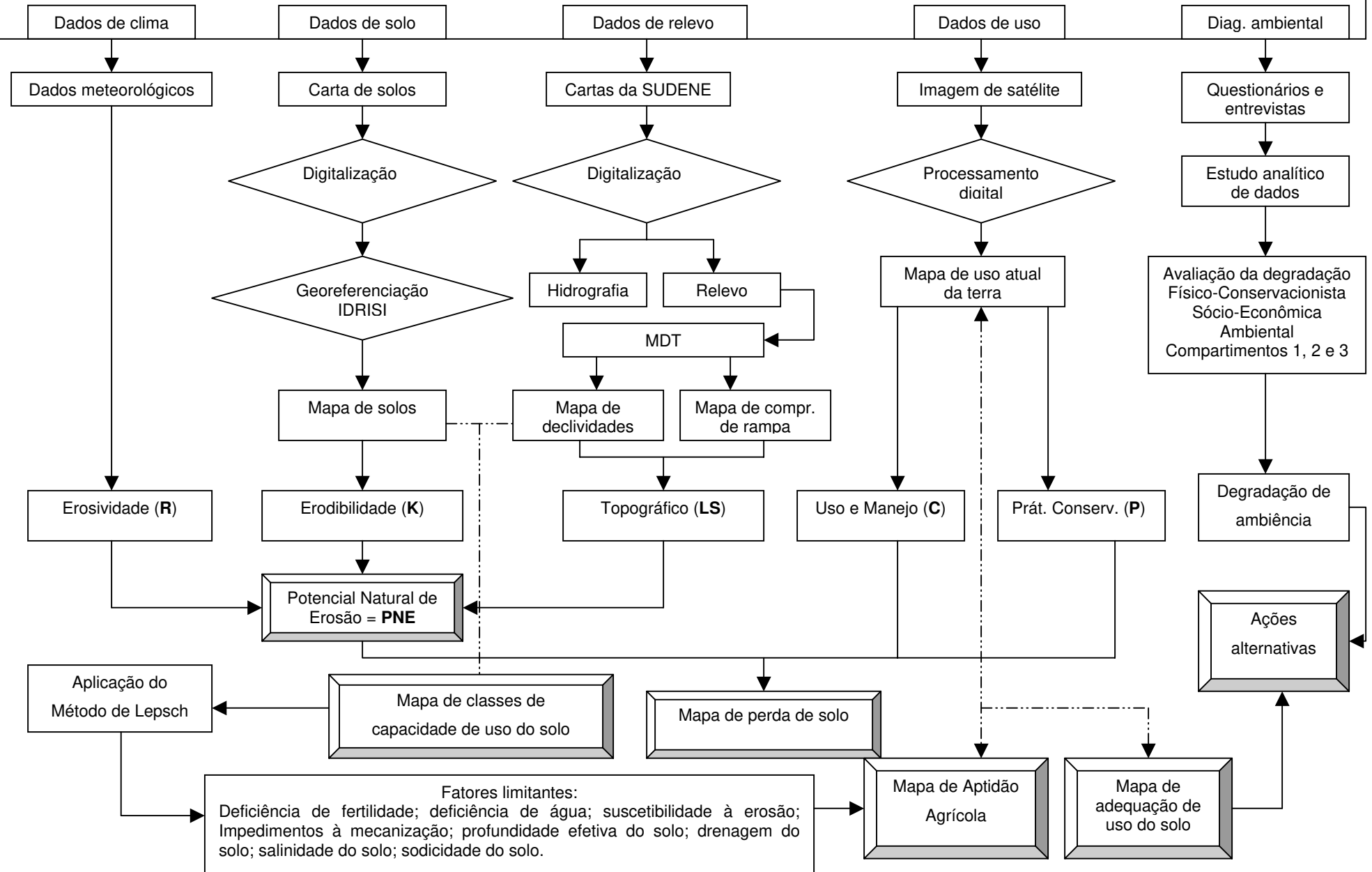
R = Erosividade (MJ.mm/ha.h)

K = Erodibilidade (Mg.h/MJ.mm)

L = Comprimento do declive

S = Grau do declive

Figura 4 – Dados básicos para o estudo da adequação de uso e da degradação ambiental das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.



a] Fator erosividade (R)

O fator erosividade da chuva foi considerado constante na área de estudo, visto que para pequenas áreas, como a avaliada neste trabalho, não haver nítida variabilidade espacial das precipitações pluviométricas.

b] Fator erodibilidade (K) e tolerância de perda de solo (T)

O fator erodibilidade exprime a suscetibilidade do solo à erosão. Sendo obtido a partir de características pedológicas, sua variação reflete as diferenças nas características físicas e químicas dos diferentes tipos de solos.

É normalmente definido para unidades de solo, na quais se desenvolvem experimentos em parcelas experimentais para determinação direta (*"in loco"*) da erodibilidade do solo. Nesse sentido, necessita-se fazer medidas de perda de solo em função da ocorrência de chuvas, que demanda considerável soma de tempo, recursos e condições técnicas para tal.

Alternativamente a esse procedimento, desenvolveram-se técnicas de obtenção indireta da erodibilidade do solo, a partir do fato de que algumas características físicas e químicas dos solos que foram utilizados para determinação direta da erodibilidade, se correlacionavam muito bem com o resultado do parâmetro obtido no campo. A partir dessa constatação, pesquisas começaram a ser desenvolvidas em várias unidades de solo e em determinadas condições ambientais, no sentido de encontrar características físicas e químicas dos solos, de fácil determinação em laboratório e/ou em campo, que pudessem reproduzir o parâmetro de erodibilidade do solo utilizado na EUPS.

No presente trabalho, adotou-se os dados de erodibilidade obtidos para a microbacia em estudo, por LIMA (2000), por determinação indireta, segundo o método utilizado por CHAVES (1994), conforme a seguinte formulação:

$$K = 2,47 \times 10^{-3}(\text{SIL}) - 5,23 \times 10^{-3}(\text{OAL}) + 8,89 \times 10^{-3}(\text{CO})^2 + 1,5 \times 10^{-2} (\text{OFE})^{-1} + 1,42 \times 10^{-4} (\text{OSI} + \text{OSI}^2) - 1,89 \times 10^{-2} [\text{OSI} / (\text{OFE} + \text{OAL})]^2$$

onde: SIL = teor de silte do solo; OAL = óxido de alumínio extraído por ác. sulfúrico; CO = teor de carbono orgânico; OFE = teor de óxido de ferro extraído por ác. sulfúrico; OSI = teor de óxido de silício extraído por ác. sulfúrico (todos dados em porcentagem).

A tolerância expressa às perdas permissíveis de solo, por erosão, mantendo-se elevado nível de produtividade por longo período de tempo. Os valores obtidos para cada unidade de mapeamento da Microbacia do Riacho Una, foram definidos de acordo com BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), conforme Tabela 4.

c] Fator topográfico (LS)

O fator topográfico da EUPS consiste do comprimento (L) e o grau do declive (S) (WISHMEIER e SMITH, 1978). Sendo calculado pela formulação proposta por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993):

$$LS = 0,00984 * L^{0,63} * S^{1,18}$$

Sendo:

L = comprimento do declive (m)

S = grau do declive (%)

Para obtenção dos valores de L e S foram gerados os fatores grau do declive, em porcentagem, e o comprimento de rampa, em metros, calculado mediante o método estabelecido por ROCHA et al (1995), ambos obtidos por meio do SIG IDRISI KILIMANJARO.

O plano de informação “declividade” foi gerado a partir da digitalização das curvas de nível, extraídas das cartas planialtimétricas da SUDENE, na escala 1:25000. Nesta etapa, se empregou o software CartaLinx – 1.2. O arquivo de vetores gerado neste ambiente foi exportado para o SIG IDRISI KILIMANJARO, ambiente no qual se procedeu a interpolação (GIS Analysis > Surface Analysis > Interpolation > Tin Interpolation > TINSURF), gerando-se o Modelo Digital do Terreno (MDT), a partir do qual, gerou-se o plano declividades (GIS Analysis > surface analysis > Topographic Variables > SLOPE). As classes de declividades, em porcentagem, foram geradas pela reclassificação deste último plano (GIS Analysis > Database Query > RECLASS), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Classes de declividades e tipo de relevo da Microbacia do Riacho Una, Sape – PB.

Declividade		Relevo
Classe	(%)	Tipo
A	0 a 2	Plano
B	2 a 5	Suave ondulado
C	5 a 10	Moderadamente ondulado
D	10 a 20	Ondulado
E	20 a 40	Forte ondulado
F	> 40	Montanhoso e escarpado

Fonte: adaptado de RAMALHO FILHO e BEEK (1995).

Tabela 4 – Erodibilidade e tolerância dos solos da Microbacia do Riacho Una, Sapé – PB.

Classificação atualizada (EMBRAPA – CNPS (1999))	Erodibilidade (Mg.ha / Mj.mm)	Tolerância (Mg/ha / ano)
Argissolos Vermelho-Amarelos abrupticos – (PVAd).	0,024	6,6
Argissolos vermelho-amarelos Distróficos, abrupticos, fragipânicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos órticos típicos, fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (RQo).	0,015	4,8
Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupticos, plânticos, fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifolia, relevo ondulado e fortemente ondulado – (PVAd) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase campos antrópicos, relevo suavemente ondulado – (RQo).	0,036	4,8
Argissolos Verm. Amarelos Eutróficos típicos, fase floresta subcad., relevo plano suavemente ondulado – (PVAe).	0,020	6,6
Argissolos Vermelho Amarelos Eutróficos típicos fase floresta subcaducifolia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (PVA) e Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifolia, relevo fortemente ondulado e ondulado – (RLe).	0,031	5,3
Espodossolos Cárbicos Órticos típicos fase cerrado, relevo plano – (EKo) e Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo).	0,030	4,3
Neossolos Quartzarênicos Órticos típicos, fase cerrado, relevo plano – (RQo) e Argissolos Vermelho Amarelos distróficos abrupticos, fragipânicos fase transição floresta subcaducifolia/cerrado, relevo plano – (PVAd) e Espodossolos Cárbicos Órticos, fase cerrado, relevo plano – (Eko).	0,020	3,9
Luvissolos Crômicos Órticos planossólico, fase floresta caducifolia, relevo suavemente ondulado – (TCO) e Neossolos Litólicos Eutróficos típicos, fase floresta caducifolia, relevo ondulado – (RLe).	0,031	3,2
Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos típicos fase campos de várzea, relevo plano – (RUve).	0,040	5,7

3.2.1.2. Fatores antrópicos

A ação antrópica no uso das terras é representado pelos fatores C e P. O fator C mede o efeito combinado dos diferentes tipos de manejo passíveis de aplicação a cada cultura, citam-se: tipos de preparo do solo, incorporação de resíduos, tipos de cultivo e rotação de culturas, consideram-se ademais, as condições biofísicas da cultura, isto é, densidade, índice de área foliar e cobertura do solo (VALERIANO, 1999).

A cada classe de uso do solo identificada na área de estudo foi atribuído um valor C, definido em diversos trabalhos PINTO (1991), obtidos na literatura, conforme Tabela 5.

Quanto ao fator P, que se refere às práticas conservacionistas, adotou-se, o valor de 0,6 para as áreas com declividades entre 0 e 0,5 %; para aquelas com declividades entre 0,5 e 20%, utilizou-se para o cálculo de P, a formulação citada por LAGROTTI (2000), expressa abaixo:

$$P = 0,69947 - 0,08991 * S + 0,01184 * S^2 - 0,000335 * S^3 \quad (9)$$

Sendo:

P = fator P da EUPS

S = declividade (%)

Para as áreas com declividades superiores a 20%, atribuiu-se o valor 1 ao fator P.

Tabela 5 - Valores do fator C, para cada classe de uso do solo, mapeada na área de estudo.

Uso da terra	Fator C
1. Culturas temporárias	0,21000
2. Mata	0,00004
3. Coco	0,02000
4. Capoeira	0,00070
5. Cana-de-açúcar	0,00400
6. Vegetação de várzea	0,00000
7. Pasto	0,01000
8. Área urbana	0,00700

Fonte: LIMA (2000).

3.2.2. Uso das terras

O uso atual da terra foi determinado a partir da classificação de imagens de satélite LANDSAT 7 ETM, correspondente à Órbita/Ponto – 214/065, Quadrante FF. Bandas 5R 4G 3B, formato Tiff, Datum Horizontal Córrego Alegre; Projeção Universal Transversa de Mercator – Zona 25 S. Adquirida em 04 de agosto de 2001.

No processamento digital das imagens, inicialmente procedeu-se o georeferenciamento espacial à sua posição conhecida no terreno, segundo o sistema de coordenadas de referência Universal Transversa de Mercator (UTM) – Zona 25-S.

Para a retificação geométrica das imagens se empregou a função de mapeamento linear, que exige à entrada de Pontos de Controle Geométrico comuns a base cartográfica georeferenciada e às imagens de satélite. Na seleção desses pontos se observou sua facilidade de identificação, tanto na imagem como no mapa georeferenciado e sua distribuição por toda a imagem, uma vez que a equação que descreve o ajuste espacial entre os dois sistemas de referência é desenvolvida a partir desses pontos (EASTMAN, 1998). Os pontos selecionados constituíram-se de intersecções de estradas e de cursos d'água.

As posições geográficas dos pontos de controle foram obtidas graficamente (metros) das Cartas Planialtmétricas da SUDENE, escala 1:25000. A precisão do processo de retificação geométrica é dada pelo Erro Médio Quadrático – RMS (Root-Mean-Square). De acordo com CRÓSTA (1992), a margem de erro recomendável é de cerca de 1 pixel para o RMS total.

Para a implementação do processo de reamostragem se empregou o critério do vizinho mais próximo. Nesse procedimento, o valor do nível de cinza a ser atribuído a um pixel “Z” terá o mesmo valor do nível de cinza do pixel que se encontrar mais próximo de sua posição (coordenadas X, Y da imagem de saída), na imagem original (NOVO 1989).

Para a classificação supervisionada da imagem, utilizou-se a composição colorida 4R 5G 3B. O primeiro procedimento para sua implementação consistiu na realização de uma interpretação visual preliminar das imagens, com identificação das diferentes classes de uso da terra ocorrentes na microbacia avaliada. Nesta etapa, requereu-se a aquisição de dados bibliográficos da área de estudo, conhecimento relativos à resposta espectral de alvos e reconhecimento de campo. Desse modo, com base na interpretação visual da composição colorida, baseada no reconhecimento de padrões representativos de uso da terra, identificados no campo, definiram-se as classes de uso da terra (definição de legenda) utilizadas para a definição das “Áreas de Treinamento”. A criação das assinaturas foi feita através do módulo MAKESIG (menu Image Processing > Signature Development > MAKESIG).

A classificação final das imagens se baseou no método supervisionado, utilizando-se o classificador por máxima verossimilhança (MaxVer). Neste classificador os valores de reflectância de uma área de treinamento são descritos por uma função de densidade de probabilidade, baseada na estatística Bayesiana. O classificador verifica a probabilidade que um pixel tem de pertencer a uma determinada classe e o classifica na categoria que tiver maior probabilidade.

A classificação das terras resultou em sete categorias de uso: culturas temporárias, mata, coco, capoeira, cana-de-açúcar, vegetação de várzea e pasto. As classes área urbana e açude complementaram a área total da microbacia.

3.2.3. Integração dos dados da EUPS

O procedimento consiste de uma aplicação básica dos sistemas de informação geográfica que compreende a sobreposição de vários níveis de informação comuns à mesma área.

Procedeu-se com a integração dos planos de informação gerados para o modelo EUPS

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Para obtenção do resultado final, representado pela informação espacial do potencial de erosão, adotaram-se procedimentos intermediários que constituem a geração de subprodutos relativos à aplicação de alguns fatores do modelo preditivo de perda de solo.

O primeiro procedimento foi à obtenção do fator topográfico, resultado do produto do grau do declive pelo comprimento do declive, observando-se a formulação proposta por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), representada pela Equação (7).

A geração do plano de informação denominado Potencial Natural de Erosão (PNE), resultou do produto envolvendo os fatores naturais do modelo preditivo, utilizando-se a seguinte formulação:

$$PNE = R * K * (LS)$$

O resultado final da aplicação do modelo EUPS foi obtido a partir do produto dos planos de informações, Potencial Natural de Erosão (PNE), Cobertura Vegetal (C) e Práticas Conservacionistas (P), gerando-se o plano de informação Perda de Solo (A).

3.2.4. Capacidade de uso dos solos

A caracterização das classes de capacidade de uso do solo, objetiva o ordenamento de diretrizes para seu aproveitamento racional. Considera a avaliação das necessidades para o uso potencial do solo em uma determinada gleba (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993).

Para a caracterização das classes de capacidade de uso do solo são considerados aspectos relacionados ao clima, ao solo, à topografia e ao uso atual, dos quais são levantados dados específicos e restrições de uso.

O procedimento adotado para obtenção deste plano de informação foi feito segundo a técnica de tabulação cruzada disponível no SIG IDRISI (Analysis > Database Query > Crosstab), a partir do cruzamento das limitações oferecidas pelos diferentes tipos de solos e pelas classes de declive. O plano de informação final das Classes de Capacidade de Uso do Solo foi gerado a partir do agrupamento das unidades de capacidade de uso expressas com os mesmos atributos limitantes. Para este último procedimento, foram empregados os módulos Edit e Assign do SIG IDRISI.

As classes de capacidade de uso admitem subclasses, qualificadas em função da natureza da limitação, facilitando sobremaneira a adoção e implementação de práticas conservacionistas.

Os fatores de limitação, com seus respectivos atributos diagnósticos, empregados para a classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, encontram-se avaliados a partir da distribuição da pontuação (grau de limitação), para cada classe de solo identificada, baseando-se para tanto, no Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. (Anexo 4).

Todos os atributos foram avaliados segundo cinco graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = forte; e 4 = Muito Forte (Anexo 4).

3.2.4.1. Fatores de limitação

a] Deficiência de fertilidade

Na avaliação da deficiência de fertilidade, foram considerados os seguintes atributos diagnósticos:

- Disponibilidade de nutrientes: n
- Toxicidade por alumínio: a
- Fixação de fósforo: f

a.1) Disponibilidade de nutrientes: n

Para este atributo diagnóstico, os graus de limitação foram determinados a partir do critério sugerido por OLIVEIRA e BERG (1985), que relaciona a saturação de bases (V%) com a capacidade de troca catiônica (CTC).

a.2) Toxicidade por alumínio: a

Na avaliação deste atributo, OLIVEIRA e BERG (1985), além da toxidez em alumínio (m%), introduziram a relação com valores de CTC. Segundo os autores citados, um solo com CTC mais elevada apresentará para um mesmo índice “m”, maior reserva de alumínio trocável e desse modo, necessariamente exigirá a aplicação de maiores quantidades de corretivo para o controle deste elemento. Esta indicação sugere uma maior precisão à atribuição do grau de limitação a um determinado solo.

a.3) Fixação de fósforo: f

Os solos das regiões tropicais geralmente apresentam deficiência em fósforo assimilável. Para MALAVOLTA (1980), solos com deficiência de fósforo disponível, limita mais frequentemente a produção agrícola, especialmente em culturas anuais.

Estabeleceu-se para este atributo uma adaptação do método Carolina do Norte, citado por MARQUES (1971).

b] Deficiência de água: w

Para definição deste atributo se empregou a equação de ARRUDA et al (1987), citado por PEREIRA (2000), na qual são observados parâmetros relativos à capacidade de campo e ponto de murcha permanente associados ao volume de solo (profundidade e densidade do solo), conforme a seguinte formulação:

$$AD \text{ (cm)} = \frac{\% CC - \% PM}{10} * \text{espessura (cm)} * da \quad (10)$$

Sendo:

AD = água disponível; CC = capacidade de campo; PM = ponto de murcha permanente; da = densidade do solo.

- CC: $Y = 3,07439 + 0,629239 x - 0,00343813 x^2$ (x = % silte + % argila)
398,889
- PM : $Y = \frac{\quad}{(1308,09 x)}$ (x = % silte + % argila)
- No cálculo da água disponível (AD) para cada perfil de solo, foi considerada a profundidade até 40 cm.
- Devido à falta de dados sobre densidade do solo, nas fichas de análise do levantamento utilizado, considerou-se o valor de uma unidade para todos os solos.

De posse dos valores de água disponível, se estabeleceram os graus de limitação para os solos, de acordo com os grupamentos texturais (arenosa, média, argilosa e muito argilosa). (PEREIRA, 2000).

c] Suscetibilidade à erosão: e

De forma genérica, concebe-se a erosão como um processo de retirada e transporte de partículas do solo pelos agentes erosivos (ELLISON, 1947), os quais BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), especificaram como sendo água e vento. Considerado um dos mais sérios fatores de degradação dos solos e também do meio ambiente visto promover graves consequências ecológicas.

PEREIRA (2002), menciona que a suscetibilidade à erosão se refere à facilidade de remoção do solo, promovida pela ação de agentes erosivos como o vento e/ou água.

Na avaliação do atributo suscetibilidade à erosão, considerou-se a declividade (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995), associada ao fator K - erodibilidade (GIBOSHI, 1999), desse modo, definindo-se os graus de limitação para os diferentes tipos de solo ocorrentes na área de estudo, conforme demonstrado.

d] Impedimento à mecanização: m

Na avaliação deste atributo, observou-se a combinação “pedregosidade/rochosidade x declividade”, determinando-se a partir desta relação os graus de limitação (PEREIRA, 2002).

A pedregosidade/rochosidade foi estabelecida a partir da adoção de critérios definidos em LEPSCH et al. (1991) e LEMOS e SANTOS (1996), que descrevem pedregosidade como a proporção de fragmentos grosseiros (calhaus: 2 – 20 cm de diâmetro; matacões: 20 – 100 cm de diâmetro) sobre a superfície e/ou massa do solo; e rochosidade definida como a exposição de rochas (>100 cm de diâmetro).

e] Profundidade efetiva: p

De acordo com MARQUES (1971) e LEPSCH et al., (1991), representa a espessura da camada do solo em que o sistema radicular não encontra impedimento físico para penetração, permitindo a fixação da planta e meio nos processos de absorção de água e nutrientes. Na definição dos graus de limitação deste atributo foram observadas as classificações de profundidade estabelecidas por LEPSCH, et al. 1991) e EMBRAPA-CNPS (1999).

f] Drenagem do solo: d

MARQUES (1971), cita que a importância da drenagem não se restringe à classificação pedológica do solo, como também na determinação de sua capacidade de uso, indicando suas limitações para no uso agrícola.

BERTONI e LOMBARDI NETO (1993), mencionam que a drenagem natural reúne conjuntamente conceitos de capacidade de escoamento superficial do terreno, usualmente denominada de drenagem superficial ou drenagem externa e permeabilidade e condutividade hidráulica do solo, denominada drenagem subsuperficial ou drenagem interna.

A definição dos graus de limitação para este atributo foi estabelecida segundo os critérios descritos por EMBRAPA – CNPS (1999).

g] Salinidade do solo: s

Caracteriza solos que apresentam quantidades excessivas de sais solúveis, os quais, concentram-se nas suas camadas subsuperficiais, devido o fluxo ascendente da água capilar do solo ser superior ao fluxo descendente da água de infiltração, decorrência da escassez de chuvas nas regiões em que ocorrem (LEPSCH et al., 1991).

A limitação referente a este atributo foi estabelecida a partir das classes de salinidade do solo definidas por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993).

h] Sodicidade do solo: z

Refere-se à saturação elevada de sódio trocável. A dominância deste elemento é altamente nociva e prejudicial ao desenvolvimento das plantas (LEPSCH et al., 1991).

Os graus de limitação para este atributo foram estabelecidos a partir das classes de sodicidade definidas por BERTONI e LOMBARDI NETO (1993).

3.2.5. Adequação do uso atual dos solos

O plano de informação Adequação do Uso dos Solos foi obtido através do cruzamento (analysis > Database Query > Crosstab), do plano de informação Capacidade de Uso pelo Uso Atual das terras. Foram consideradas três classes de adequação de uso dos solos: uso adequado, sobreutilização e áreas de preservação (mata). A classe “Uso Adequado” aplica-se as áreas com a indicação de utilização máxima atingida com o uso atual. A classe “Sobreutilização” aplica-se as áreas com uso impactante (geração de conflitos de uso) para o ecossistema local, exigindo mudanças, nas práticas de uso, objetivando mitigar a degradação dos solos. A classe

“Áreas de Preservação” se refere às áreas ocupadas pela vegetação natural, isenta de ações antrópicas impactantes ao ecossistema local.

3.2.6. Degradação ambiental

A abordagem a ser feita, neste estudo, corresponde a identificar e quantificar os danos ambientais na microbacia hidrográfica, através da aplicação dos diagnósticos **físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental**. Para aplicação do método de estudo a microbacia foi subdividida em três compartimentos, observando-se para este procedimento, a rede hidrográfica e o relevo local. As etapas de subdivisão da microbacia e digitalização da rede de drenagem se deu mediante a aplicação do software CartaLinx – 1.2.

3.2.6.1. Diagnóstico físico-conservacionista. Caracteriza o uso da terra, na microbacia, a partir da determinação do Coeficiente de Rugosidade (Ruggdeness Number – RN), parâmetro que direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pastagem e/ou florestamento.

ROCHA (1997), cita quatro classes para o RN, descritas abaixo:

A – Solos com aptidão para agricultura (menor valor de RN)

B – Solos com aptidão para pastagem

C – Solos com aptidão para pastagem/florestamento

D – Solos com aptidão para florestamento (maior valor de RN)

O Coeficiente de Rugosidade é dado pela seguinte expressão:

$$RN = D \times H \quad (11)$$

Sendo:

RN = coeficiente de rugosidade (adimensional).

D = densidade de drenagem do compartimento avaliado, em km/ha.

H = declividade média do compartimento avaliado, em %.

As declividades médias para os compartimentos foram obtidas a partir do plano de informação “declividades”, através do Módulo Extract (GIS Analysis > Database query > Extract) do SIG IDRISI Kilimanjaro.

O cálculo da densidade de drenagem é dado pela seguinte formulação:

$$D = \sum_{i=1}^n (R, C, T) / A \quad (12)$$

Sendo:

⇒ $\sum R,C,T$ = somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários de cada unidade de solo, em km.

A mensuração dos componentes da rede de drenagem foi realizada com emprego do software CartaLinx – 1.2.

A = área do compartimento, em ha.

D = densidade de drenagem, em km/ha

n = enésimo R,C,T.

Para se caracterizar o “Uso Potencial das Terras”, nas quatro classes classificadas por Sicco Smith, citado por ROCHA (1991), são calculados a “**Amplitude**” – A e o **Intervalo** – I, dos coeficientes de rugosidades, sendo:

A = (maior valor de RN – menor valor de RN)

I = A/4,

O denominador 4 representa o número de classes de aptidão (A, B, C, D).

Para definição dos intervalos de domínios (largura dos intervalos das classes de RN's), inicia-se com a classe inferior, a fim de incluir o menor valor de RN, após isso, acrescenta-se o valor do intervalo de classe, definindo-se deste modo o limite superior do intervalo. As demais classes serão definidas, segundo o mesmo procedimento, observando-se que valor do limite inferior da classe subsequente será fixado a partir do limite superior da classe antecedente.

Metodologia para aplicação do Diagnóstico Físico-Conservacionista

I. Preenchimento do Quadro Básico – Aptidão de uso das terras.

Para a caracterização do uso potencial da terra da área de estudo, em intervalos de classes, serão calculados a “Amplitude” e o “Intervalo”, a partir dos valores dos coeficientes de rugosidade calculados para cada compartimento.

Quadro 1 - Aptidão de uso das terras, por compartimento.

[1] [*] Classes de <u>RN</u>	[2] Comparti- mentos	QUADRO BÁSICO – Diagnóstico Físico-Conservacionista – Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.				
		[3] Σ (RCT) (km)	[4] Área (ha)	[5] Declividade média - H (%)	[6] Densidade de drenagem – D km/ha	[7] RN x 10 ⁴ (adimensional)
-	-	-	-	-	-	-

* Cardinal entre colchetes representa o número da coluna.

a] Preenchimento da coluna 1 – as classes de RN's (Ruggdeness Number – Coeficiente de Rugosidade), são definidas a partir do cálculo e distribuição dos coeficientes de rugosidade nos intervalos de domínios.

b] Preenchimento da coluna 2 – refere-se a identificação, por um cardinal, dos compartimentos a serem analisados no estudo.

c] Preenchimento da coluna 3 – refere-se ao somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários, os valores são apresentados em quilómetros (km). Para o presente estudo este parâmetro foi obtido, em ambiente CartaLinx, através de medição da rede de drenagem digitalizada.

d] Preenchimento da coluna 4 – as áreas dos compartimentos foram obtidas, empregando-se o aplicativo IDRISI KILIMANJARO (GIS Analysys > Database Query > Área).

e] Preenchimento da coluna 5 – a declividade média, para os compartimentos estudados foi obtida, no plano de informação “declividades”, em ambiente IDRISI, através do comando Extract (GIS Analysys > Statistics > Extract).

f] Preenchimento da coluna 6 – a densidade de drenagem foi obtida pela razão do comprimento da rede de drenagem por sua respectiva área, é dado em km/ha.

g] Preenchimento da coluna 7 – o Coeficiente de Rugosidade (RN), foi obtido pelo produto da declividade média por sua respectiva densidade de drenagem. O valor obtido é elevado a um expoente “n” para eliminação de decimais.

II. Preenchimento do quadro Uso da terra, por compartimento da microbacia.

Quadro 2 – Uso da terra por compartimento.

[8] Classes de RN	[9] Compartimentos	USO DA TERRA (ha)									
		N				[14] ΣN	[15] 2	[16] 3		[17] 4	[18] 5
								3a	3b		
		[10] 1a	[11] 1b	[12] 1c	[13] 1d						
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a] Preenchimento das colunas 8 e 9 – as classes de RN's e os compartimentos de estudo, correspondentes as colunas 8 e 9 respectivamente, são extraídos diretamente do quadro básico.

b] Preenchimento das colunas de 10 a 13 – os dados de cobertura florestal dos compartimentos são apresentados em hectares, obtidos do plano de informações corresponde ao uso da terra.

c] Preenchimento da coluna 14 – corresponde ao somatório da cobertura florestal, por compartimento (colunas 10 a 13).

d] Preenchimento das colunas 15 a 18 – distribuição das terras, por compartimento, para as seguintes categorias: pastagem, cultivos agrícola, áreas construídas e açude. Dados, em hectares obtidos do plano de informação "Uso da Terra".

III. Preenchimento do quadro de degradação ambiental dos compartimentos da área de estudo.

Quadro 3 – Estudo da degradação ambiental.

Compartimentos	Conflitos		N	A Florestar		Excesso (e) e Disponibilidade (d) em Agricultura		Área a ser trabalhada para o manejo correto da microbacia		Área degradada	Degradação
	[19]	[20]		[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]
	USO (ha)	USO (%)		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Degradação média da microbacia											-

a] Preenchimento da coluna 19 – para compartimentos distribuídos nas Classe A, corresponde ao somatório das áreas de cultivos agrícolas e de queimadas, se sua declividade média for superior a 10%. No caso desta declividade ser inferior a 10%, os conflitos serão identificados pelas áreas de queimadas. Nos compartimentos distribuídos nas Classes B e C, corresponde ao somatório das áreas de cultivos agrícolas, queimadas e de eventuais associações mapeadas. Para compartimentos da Classe D, equivale ao somatório das áreas de pastagens, cultivos agrícolas, queimadas, e associações presentes.

b] Preenchimento da coluna 20 – percentual de ocupação das áreas de conflito no uso terra, relativo a totalidade da área do compartimento considerado.

c] Preenchimento da coluna 21 – percentual de ocupação das áreas de cobertura florestal, relativo à área total do compartimento considerado.

d] Preenchimento da coluna 22 – segundo Rocha (2000), nos planejamentos ambientais em que se estabelecem diagnósticos físico-conservacionistas, as microbacias que apresentam declividades médias inferiores a 15%, são selecionadas para um florestamento mínimo de 25%. Aquelas com declividades médias, iguais ou maiores que 15%, deve-se implementar um plano de manejo com um mínimo de 50% de cobertura florestal. Desta forma, a área destinada ao florestamento, em terras cuja declividade média seja inferior a 15%, equivale ao produto da

diferença de 25% ao percentual de cobertura florestal remanescente no compartimento. Naquelas terras, cuja declividade média seja igual ou maior que 15%, aplica-se a mesma operação, sendo que a diferença ao percentual de cobertura florestal existente é fixada a partir de 50%.

e] Preenchimento da coluna 23 – corresponde ao percentual da área a florestar, relativo a totalidade da área do compartimento.

f] Preenchimento da coluna 24 – o Excesso (e) e a Disponibilidade (d) em agricultura, para o compartimento de Classe A, equivalem à diferença de sua área total ao somatório da cobertura florestal, áreas agrícolas, áreas construídas, corpos d'água, queimada e área a florestar. Para compartimentos incluídos nas classes B, C, e D, corresponde ao somatório das áreas agrícolas.

g] Preenchimento da coluna 25 – corresponde ao percentual do Excesso ou disponibilidade em agricultura, relativo a área total do compartimento em estudo.

h] Preenchimento da coluna 26 – para compartimentos de Classe A corresponde ao somatório das áreas de conflitos, áreas a florestar e áreas com excesso ou disponibilidade em agricultura. Para os compartimentos incluídos nas Classes B, C, e D equivale ao somatório das áreas a florestar e áreas de excesso ou disponibilidade em agricultura.

i] Preenchimento da coluna 27 – percentual de área para o manejo correto, relativo a área total do compartimento.

j] Preenchimento da coluna 28 – corresponde ao somatório das áreas de conflito e áreas destinadas ao florestamento.

k] Preenchimento da coluna 29 – percentual de área degradada no compartimento, relativo à sua área total. A degradação da microbacia é obtida pela média aritmética das degradações calculadas para os compartimentos.

3.2.6.2. Diagnóstico sócio-econômico. O objetivo deste estudo foi caracterizar a população residente na área da microbacia hidrográfica, permitindo através da avaliação sócio-econômica da comunidade compreender a representação social no seu processo de degradação ambiental. A metodologia consiste em levantar, através da aplicação de questionários, informações gerais, (econômicas e sociais), até outras técnico-sócio-econômicas, objetivando a caracterização da comunidade, segundo seus sistemas de produção, uso do solo e nível de capitalização. O levantamento dos dados é efetuado, em nível de núcleo familiar rural, por meio da aplicação de questionários, observando-se os seguintes aspectos:

- Fator social

Variáveis: demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organização e salubridade.

- Fator econômico

Variáveis: produção, animais de trabalho, animais de produção e comercialização, crédito e rendimento.

- Fator tecnológico

Variáveis gerais.

- Códigos e critérios de estratificação:

A degradação das Unidades Críticas é representada a partir do estudo analítico de códigos (pesos), em escalas definidas por intervalos de 1 a 5, 1 a 9, 1 a 6, etc., atribuídos aos indicadores ambientais, de acordo com a subdivisão da variável analisada e em atenção à sua importância. O menor peso indica menor degradação, o maior peso corresponde a uma maior degradação ambiental. A avaliação ambiental, segundo a atribuição de um peso, conforme a metodologia adotada neste trabalho, diz respeito a um padrão de medida; a mensuração do objeto a ser avaliado segundo esse padrão; e uma nota que represente o desvio relativo entre o valor apropriado ao objetivo e o padrão previamente estabelecido. Anexo 6.

- Tabulação dos dados:

A tabulação consiste em agrupar os pesos e repetir aqueles de maior frequência (moda) em sua variável correspondente.

- Cálculo das retas de degradação social, econômica, tecnológica e sócio-econômica:

A equação da reta

$$Y=ax+b$$

define a degradação.

(13)

- Apresentação dos resultados:

Valores de maior frequência (moda) para as variáveis; valores máximos; valores mínimos da variáveis, para cada Unidade Crítica de Degradação; Totais das Unidades Críticas de Degradação.

Serão registrados os valores significativos encontrados, por fator avaliado, e analisados entre os valores mínimos e máximos de codificação (pesos).

- Avaliação:

A] Total do fator social : variável “x” da equação da reta

B] Total do fator econômico: variável “x” da equação da reta

C] Total do fator tecnológico: variável “X” da equação da reta

D] Total do diagnóstico sócio-econômico: (A + B + C)

Esses valores introduzidos nas respectivas equações das retas, determinadas para cada caso, definirão os percentuais de degradação ambiental por unidade crítica (social, econômica, tecnológica e sócio-econômica).

3.2.6.3. Diagnóstico ambiental. Este diagnóstico objetiva levantar os diferentes tipos (diretos) de poluição de ambiência. A metodologia a ser aplicada obedece aos princípios estabelecidos para o diagnóstico sócio-econômico. A codificação das variáveis ambientais consideradas é representada por duas alternativas, descritas no quadro abaixo:

Quadro 4 – Codificação das variáveis ambientais

ALTERNATIVA	CÓDIGO
SIM	2
NÃO	1

- Amostragem:

A amostragem das residências a serem visitadas para aplicação dos questionários, correspondentes aos diagnósticos sócio-econômico e ambiental, será calculada a partir da seguinte equação:

$$n = 3,841 \times N \times 0,25 / [(0,1)^2 \times (N-1) + 3,841 \times 0,25]$$

(14)

Fonte: ROCHA (1997).

Sendo:

n = número de visitas a serem feitas pelos pesquisadores

3,841 = valor tabelado proveniente do Qui-Quadrado

0,25 = variância máxima para um desvio padrão 0,5

0,1 = erro (10%) escolhido pelo pesquisador

N = número total de residências no compartimento avaliado.

Na aplicação dos diagnósticos sócio-econômico e ambiental serão promovidas adequações dos critérios preditores da degradação do meio, preliminarmente identificados, observando-se as particularidades da área de estudo. A seleção dos critérios é promovida ponderando-se sua relevância aos objetivos propostos.

A avaliação da degradação ambiental, para cada compartimento, é dada pela média aritmética das degradações obtidas pela aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental. A degradação de ambiência para o conjunto da microbacia é calculada a partir da média aritmética da degradação ambiental correspondentes aos compartimentos.

3.2.7. Alternativas de ação

Esta etapa consiste na proposição de ações e diretrizes de ocupação do solo, sugerindo a sustentabilidade da comunidade, sob o ponto de vista, sócio-econômico e ambiental.

Para indicação das diretrizes e ações, representada pelas recomendações conservacionistas, são observadas as características específicas da microbacia hidrográfica, a informação espacial de adequação do uso do solo e suas potencialidades para o uso agrícola, norteadas pelo manejo sustentado da terra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características do meio físico

4.1.1. Mapa hipsométrico

Este plano de informação foi gerado a partir da reclassificação do Modelo Digital do Terreno (MDT). A hipsometria subdivide a microbacia em quatro intervalos de altitude, eqüidistantes em 50 metros (Figura 5). As maiores cotas ocorrem associadas aos Baixos Planaltos Costeiros, variando de 100 a 202 m, nas porções, oeste e leste da área, onde 44,3% correspondem às cotas que variam de 100 a 150 m, 6,2% correspondem às cotas no intervalo de 150 a 200 m e apenas em 0,07% da área se encontram altitudes superiores a 200 m. As menores altitudes estão localizadas, na porção central, associada aos terrenos da Depressão Sublitorânea, com altitudes que variam de 30 a 100 m, correspondendo a 49,4% da área.

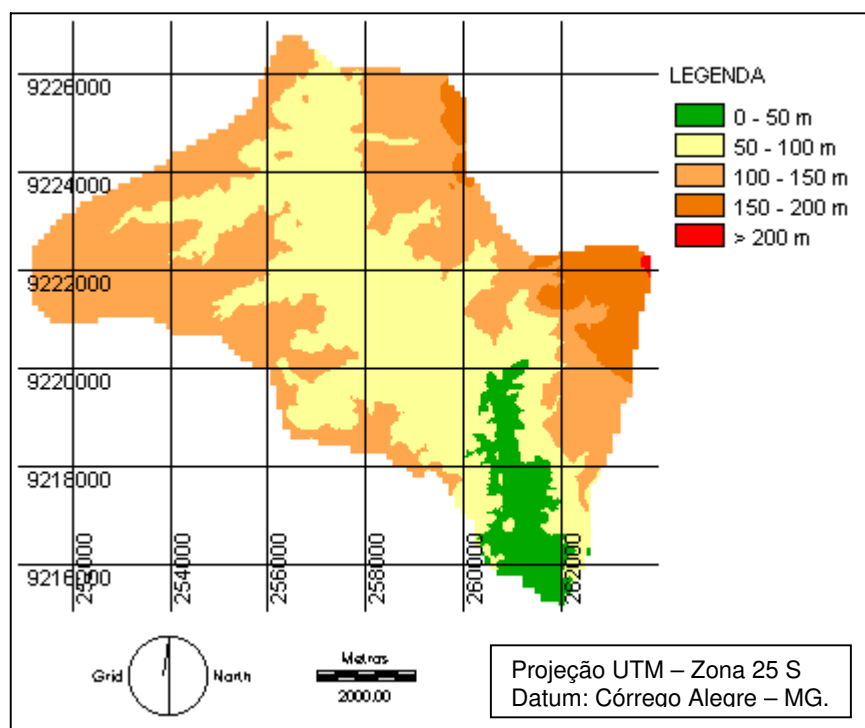


Figura 5 – Mapa hipsométrico da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Tabela 6 – Cotas de altitudes e áreas mapeadas na Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Classe	Cota	Área (ha)	Área (%)
1	0 – 50	479,43	6,85
2	50 – 100	2975,40	42,55
3	100 – 150	3097,08	44,30
4	150 – 200	435,78	6,23
5	> 200	5,22	0,07
Total	-	6992,91	100,00

4.1.2. Classes de declividades

A informação espacial da declividade foi obtida a partir do Modelo Digital do Terreno. Este plano de informação foi reclassificado a partir de adaptação dos intervalos de classes preconizados por RAMALHO FILHO & BEEK (1995), (Figura 6 e Tabela 7).

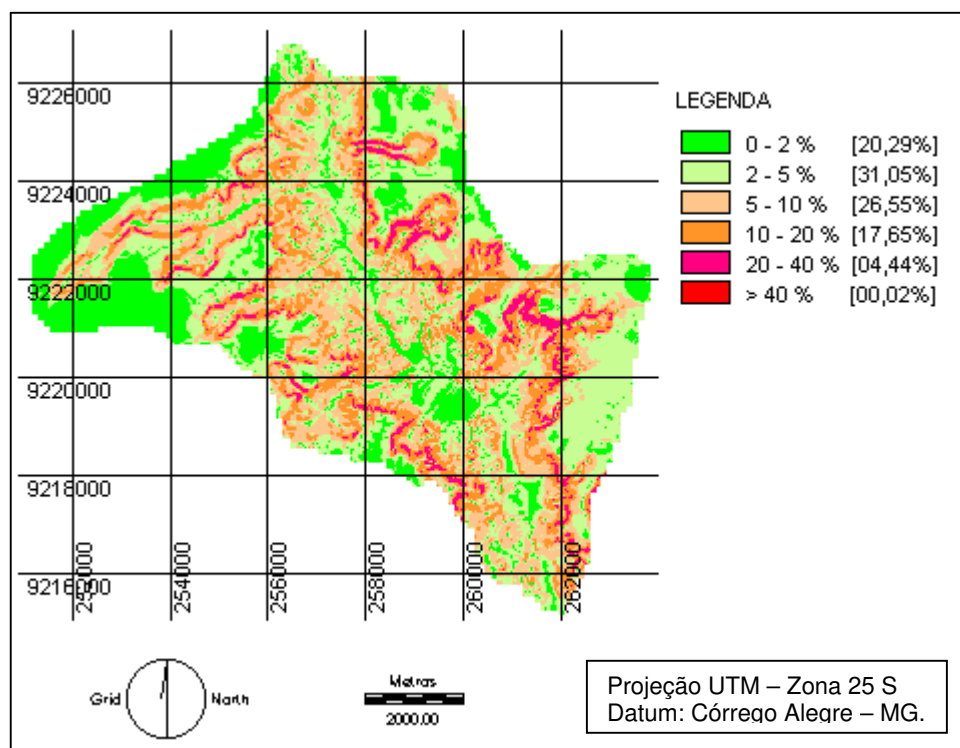


Figura 6 – Mapa de declividades da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Tabela 7 – Classes de declividades e suas respectivas áreas da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Classes de declividade	Área	
	ha	%
0 a 2	1419,21	20,29
2 a 5	2171,07	31,05
5 a 10	1856,34	26,55
10 a 20	1234,08	17,65
20 a 40	310,68	4,44
> 40	1,53	0,02
Total	6992,91	100,00

De acordo com a Tabela 7, observa-se que 51,3% da área se concentram nas classes de relevo plano (0 a 2%) e suave ondulado (2 a 5%). As áreas de relevo moderadamente ondulado (5 a 10%) se distribuem em 26,5% da área total. Com relação à topografia ondulada representa 17,66% da área. Enquanto que as áreas com topografia mais movimentada, representadas pelos relevos forte ondulado (20 a 40%) e montanhoso/escarpado (>40%), correspondem respectivamente a 4,4% e 0,02% da área da microbacia, constituindo-se no menores percentuais verificados nesta avaliação. Observa-se que aproximadamente 80% das áreas se distribuem em relevos com declividades inferiores a 10%, nestes termos, sugere-se que a área apresenta potencial para o aproveitamento agrícola, sem grandes problemas com erosão.

4.1.3. Uso da terra

Na avaliação do plano de informação uso da terra, da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB, foram identificadas as seguintes categorias de uso: culturas temporárias, mata, coco, capoeira, cana-de-açúcar, vegetação de várzea, e pasto, complementam a área as categorias açude e área urbana (Figura 7).

De acordo com a Tabela 8, constata-se que as áreas ocupadas com cana-de-açúcar representam 50,2% da área total, denotando o histórico regional, especificamente da zona da mata nordestina, onde a cultura canavieira, desde o século XVI, foi introduzida e ocupou progressivamente os tabuleiros costeiros, assim como os terrenos dos vales, se estendendo sobre as vertentes dos baixos planaltos. As áreas com pastagem estão representadas em 26,0% da área total, ocupando principalmente os fundos dos vales com terrenos do pré-cambriano e solos menos espessos. A área de mata, representada por fragmentos florestais de floresta subcaducifólia e floresta caducifólia, totalizam 10,5%. As demais formações vegetais, representadas pelos cerrados (capoeiras) e vegetação de várzea, juntas correspondem a 4,4%. Especificamente, os cerrados ocorrem principalmente na porção leste da área, nas proximidades da floresta subcaducifólia do Açude Pacatuba, sobre os tabuleiros, estando associados a solos bastante arenosos. Por seu

termo, a distribuição espacial referente a corpos d'água, representada pelo Açude Pacatuba e as áreas urbanas, representadas pelo Distrito Renascença, juntos correspondem a 2,7%.

Tabela 8 – Categorias de uso das terras com suas respectivas áreas, na Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.

Categorias de uso	Áreas	
	ha	%
Açude	181,7	2,59
Culturas temporárias	307,3	4,39
Mata	737,1	10,54
Coco	116,8	1,67
Capoeira	300,1	4,30
Cana-de-açúcar	3514,0	50,25
Vegetação de várzea	5,8	0,08
Pasto	1819,5	26,02
Área urbana	9,7	0,14
Total	6992,9	100,00

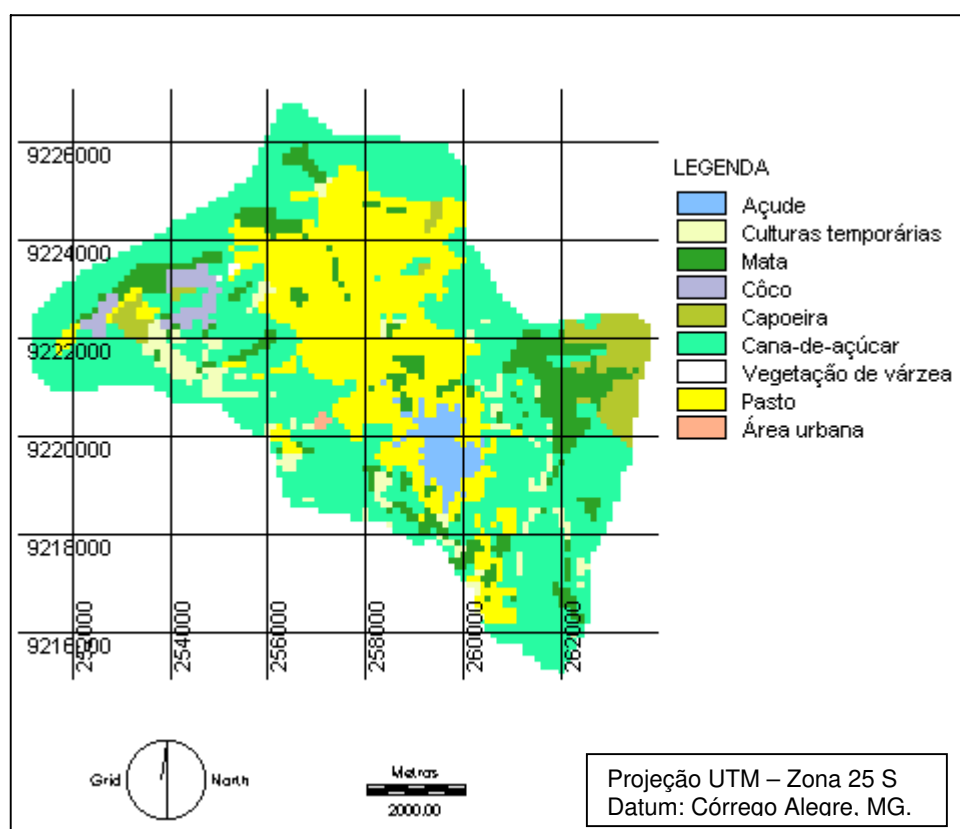


Figura 7– Mapa de uso das terras da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.

4.2. Predição de perda de solo utilizando-se a EUPS

São descritos os resultados encontrados na obtenção da informação espacial dos fatores da EUPS, representados pelos fatores naturais: erosividade (fator R); erodibilidade (K) e fator topográfico (fator LS) e os fatores tecnológicos universais ou fatores antrópicos: uso e manejo do solo (fator C) e práticas conservacionistas (fator P). A integração destes fatores permite estimar o potencial de erosão da área sob estudo.

4.2.1. Fatores naturais

a) Fator R (erosividade)

A área de estudo tem uma dimensão de aproximadamente 70 km², esta condição permitiu a adoção de um único valor de erosividade para o conjunto da área, calculado pelo Departamento de Solos da Universidade Federal da Paraíba – Campus III. Os dados de precipitação empregados nos cálculos foram coletados no posto pluviométrico da cidade de Sapé, visto se tratar do mais próximo da área de estudo (Anexo 1). De modo que, o mapa de erosividade assumiu apenas uma classe, correspondente ao valor de 3745 MJ.mm/ha.h.

b) Fator K (erodibilidade)

A distribuição espacial da erodibilidade da área de estudo foi de 53%, no intervalo compreendido entre 0,030 a 0,040 Mg.h/MJ.mm, correspondendo a 3698,37 ha. 27,7% no intervalo de 0,020 a 0,030 Mg.h/MJ.mm. Os valores mais baixos de erodibilidade (< 0,020), apresentaram distribuídos em 13,8% do conjunto da área, ou seja, em 954,27 ha. Enquanto que os valores superiores a 0,040 Mg.h/MJ.mm, caracterizados como os mais elevados, apresentaram o menor percentual de distribuição na área total, qual seja, 5,6%, correspondendo a 393,75 ha, conforme mostra a Tabela 9, e a Figura 8.

Tabela 9 – Valores de erodibilidade e suas respectivas áreas, da área de estudo.

Fator K (Mg.ha/MJ.mm)	Área	
	ha	%
< 0,020	954,27	13,67
0,020 – 0,030	1935,18	27,72
0,030 – 0,040	3698,37	52,97
> 0,040	393,75	5,64
Total	6981,57	100,00

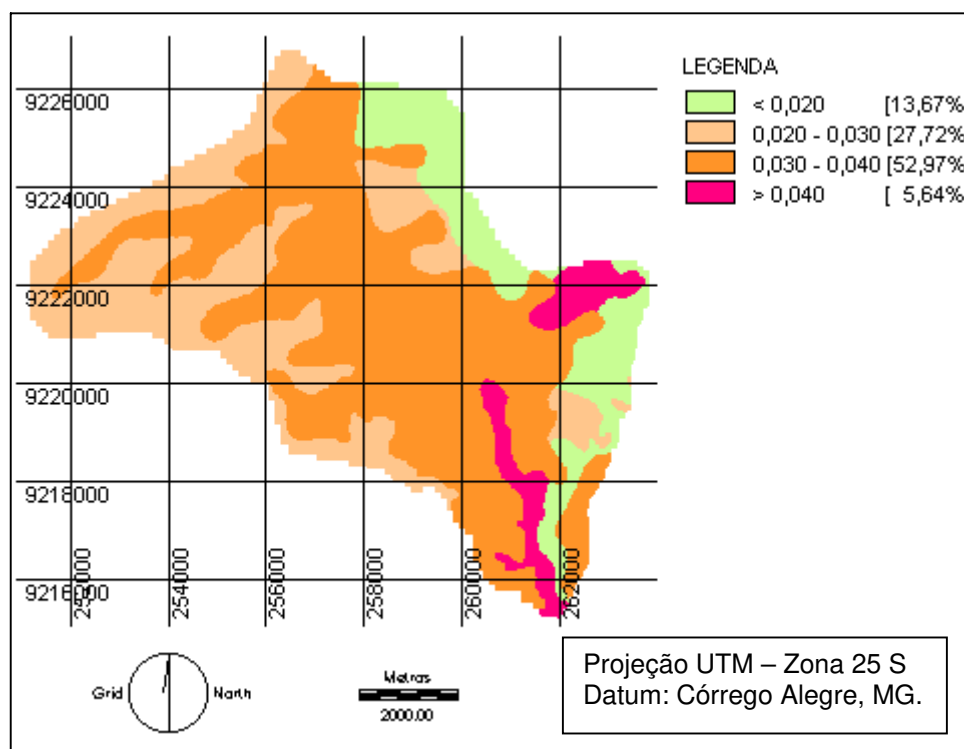


Figura 8 – Mapa de classes de erodibilidade da área de estudo.

c) Fator LS (topográfico)

Este fator representa o efeito combinado do comprimento de rampa (L) e grau de declive (S), representa a variável relevo no modelo EUPS (PINTO, 1991). No que se refere ao comprimento de rampa (L), observou-se uma grande variabilidade nas suas dimensões, com valores chegando a 1642 metros. A ocorrência de vertentes tão extensas, numa área restrita, como a avaliada neste estudo, se deve, neste particular, ao fato da existência das encostas dos baixos

planaltos costeiros no contato com a depressão sublitorânea. A Figura 9 mostra o mapa do fator topográfico.

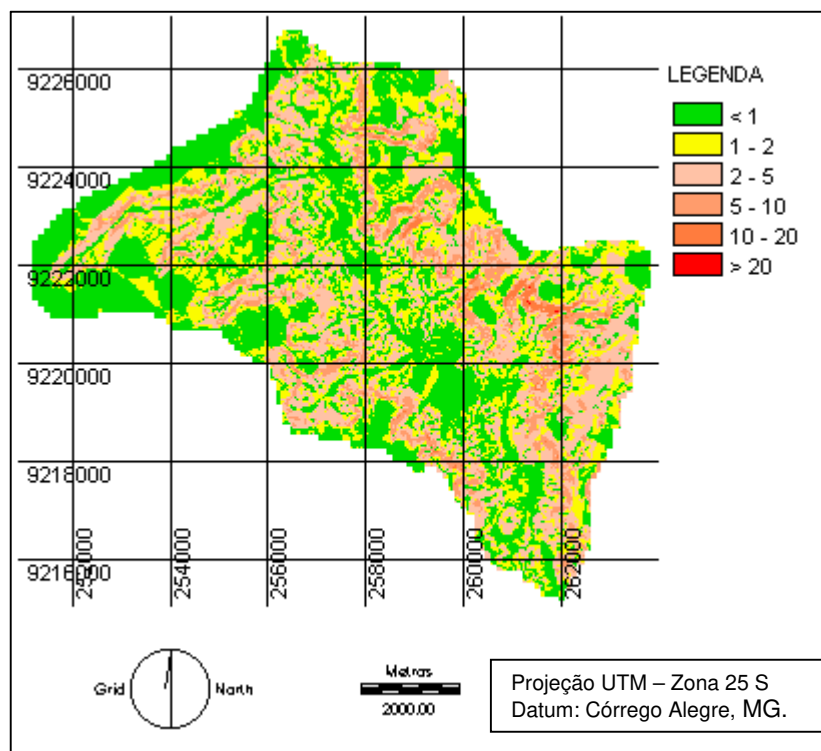


Figura 9 – Mapa do fator topográfico da área de estudo.

4.2.2. Fatores antrópicos

a) Fator C (uso e manejo da terra)

As categorias de uso da terra para a área de estudo estão representadas na Tabela 8 e sua representação gráfica é apresentada na Figura 7. O plano de informação uso e manejo da terra foi gerado atribuindo-se o valor do fator C ao uso da terra correspondente. A Tabela 5 do item “3.2.1.1” mostra os valores do fator C relacionados às categorias de uso da terra da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

b) Fator P (práticas conservacionistas)

O plano de informação práticas conservacionistas, representado pela Figura 10, foi gerado a partir da aplicação de um modelo matemático, considerando-se como valores de entrada, a declividade em percentual. A formula empregada - (9), foi a citada por LAGROTTI (2000), conforme expressa no item “3.2.1.2”.

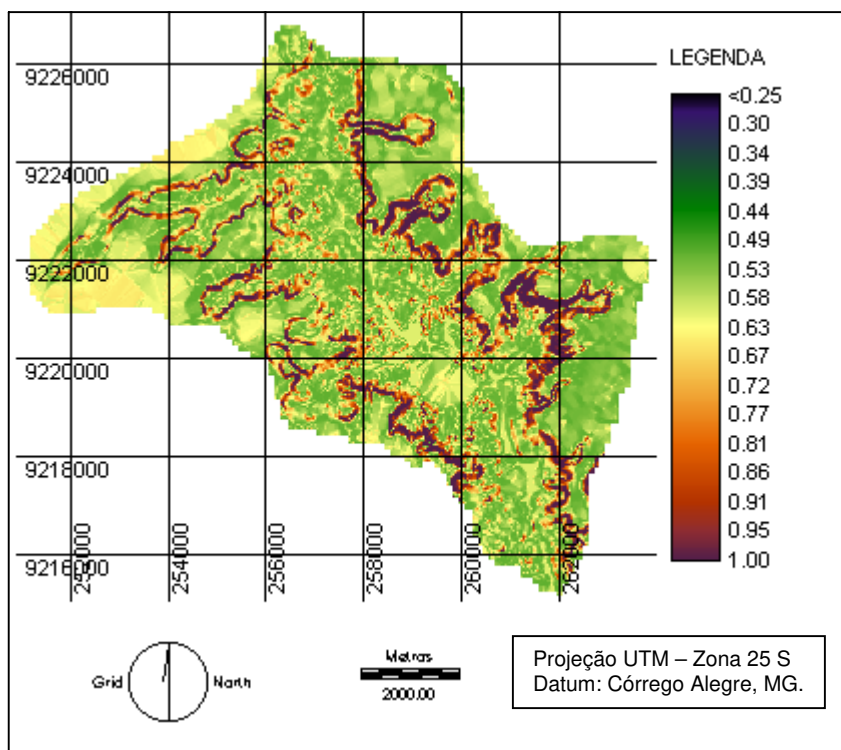


Figura 10 – Mapa do fator práticas conservacionistas da área de estudo.

4.2.3. Determinação do Potencial Natural de Erosão – PNE

Os parâmetros do meio físico, representados pela erosividade (fator R), erodibilidade (fator K), e fator topográfico (fator LS), foram integrados através da calculadora do IDRISI KILIMANJARO (GIS Analysis > Database Query > Image Calculator), para geração do Potencial Natural de Erosão – PNE. A integração consiste no produto dos fatores relacionados acima.

O plano de informação PNE foi reclassificado, segundo cinco classes, como forma de categorização qualitativa (IPT, 1986; PINTO, 1991), conforme a Tabela 10, e representação gráfica na Figura 11.

Tabela 10 - Distribuição das terras nas classes do Potencial Natural de Erosão (PNE).

PNE	Área		%
	Valores de PNE (Mg.ha ⁻¹ . ano ⁻¹)	ha	
Muito baixo	< 100	2802,7	40,1
Baixo	100 – 200	1513,3	21,6
Médio	200 – 400	1516,0	21,7
Alto	400 – 800	867,6	12,4
Muito alto	> 800	293,3	4,2
Total	-	6992,9	100,0

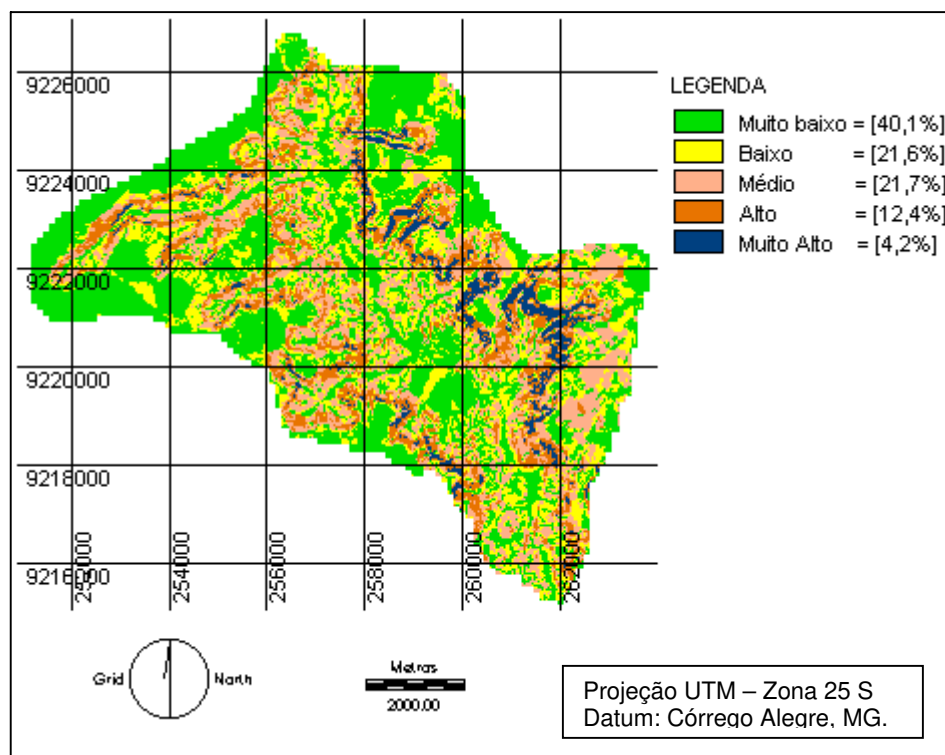


Figura 11 - Mapa do Potencial Natural de Erosão da Microbacia do Riacho Una, Sapé- PB.

De acordo com os dados de distribuição de freqüência os valores do potencial de erosão se apresentam baixos (média de 101,20 e desvio padrão de 210,05), de modo que, sugere-se que a área estudada tenha uma tendência a apresentar fraca suscetibilidade natural à erosão. Corroborando com esta afirmativa, a Tabela 10 mostra que 61,7% das terras da microbacia estudada se distribuem nas classes baixa e muito baixa de potencial natural de erosão. Sendo que 21,7% das terras estão distribuídas na classe média e apenas 16,6% pertencem as classes alta e muito alta.

Para entender melhor a relação entre os parâmetros erodibilidade, comprimento de rampa e declividade com o potencial de erosão obtido, os mesmos foram confrontados com o plano de informação PNE, com os dados originais. Para tanto, procedeu-se com a operação estatística de regressão linear, executada no IDRISI (GIS Analysis > Statistics > REGRESS). Em todos os casos, a variável dependente é o PNE e a variável independente, os parâmetros da EUPS. Os valores dos coeficientes de correlação e determinação são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Coeficientes de correlação e determinação entre os planos de informação de PNE Erodibilidade (K), Extensão de Vertentes (L) e Declividade (S).

Variáveis	Coeficiente de Correlação (R)	Coeficiente de Determinação (R^2), em %
PNE X K	0,5967	35,6
PNE X L	0,2282	5,2
PNE X S	0,8829	77,9

Observa-se que a maior correlação ocorre com os valores de declividade (0,8829), que explica 77,9 do PNE, a seguir, aparece a erodibilidade (0,5967), que explica 35,6% dos dados de PNE. O parâmetro comprimento de rampa (0,2282), explica apenas 5,2% do PNE. Numa observação visual comparativa dos planos de informações PNE e Declividades, observa-se uma forte associação do PNE com a distribuição espacial das declividades. No sentido de compreender o Potencial Natural de erosão, considerando o conjunto dos parâmetros (K, L, S), procedeu-se com análise por regressão múltipla. Os resultados obtidos, explicam 79,4% do potencial natural de erosão da área de estudo, de acordo com a Tabela 12.

Tabela 12 – Coeficientes de correlação e determinação da regressão múltipla para os dados originais de PNE.

Variáveis	Coeficiente de Correlação (R)	Coeficiente de Determinação (R^2), em %
Dados originais de PNE	0,8913	79,4

4.2.4. Perda de solo

Para determinação da perda de solo, sequenciou-se a integração dos parâmetros da EUPS. Empregou-se o plano de informação PNE e os planos de informações concernentes aos fatores antrópicos, como sejam: Fator C – uso e manejo da terra e o Fator P – práticas conservacionistas. Os procedimentos adotados, nesta etapa, são análogos aos empregados na geração do PNE, ou seja, multiplicação dos planos de informações considerados na avaliação.

a) Perda de solo

$$A = (PNE) \times C \times P$$

Sendo:

A = perda de solo, em ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) ou t/ha/ano.

PNE = Potencial Natural de Erosão (fatores naturais: R, K, L, S).

C e P = fatores antrópicos.

Verificou-se, através da análise estatística, deste plano de informação, que a média obtida é muito baixa (2,2978) e o desvio padrão, do mesmo modo, muito baixo (12,1683), o que indica que a expectativa de erosão, na área de estudo seja muito baixa.

São observados uma grande quantidade de valores 0 (zero), neste plano, isto se deve ao fato da irregularidade da área de estudo e a consideração de todos os valores zero associados ao açude. A Tabela 13 apresenta os valores de perda de solo gerados pela aplicação do modelo EUPS, a Figura 12 mostra a espacialização da perda de solo.

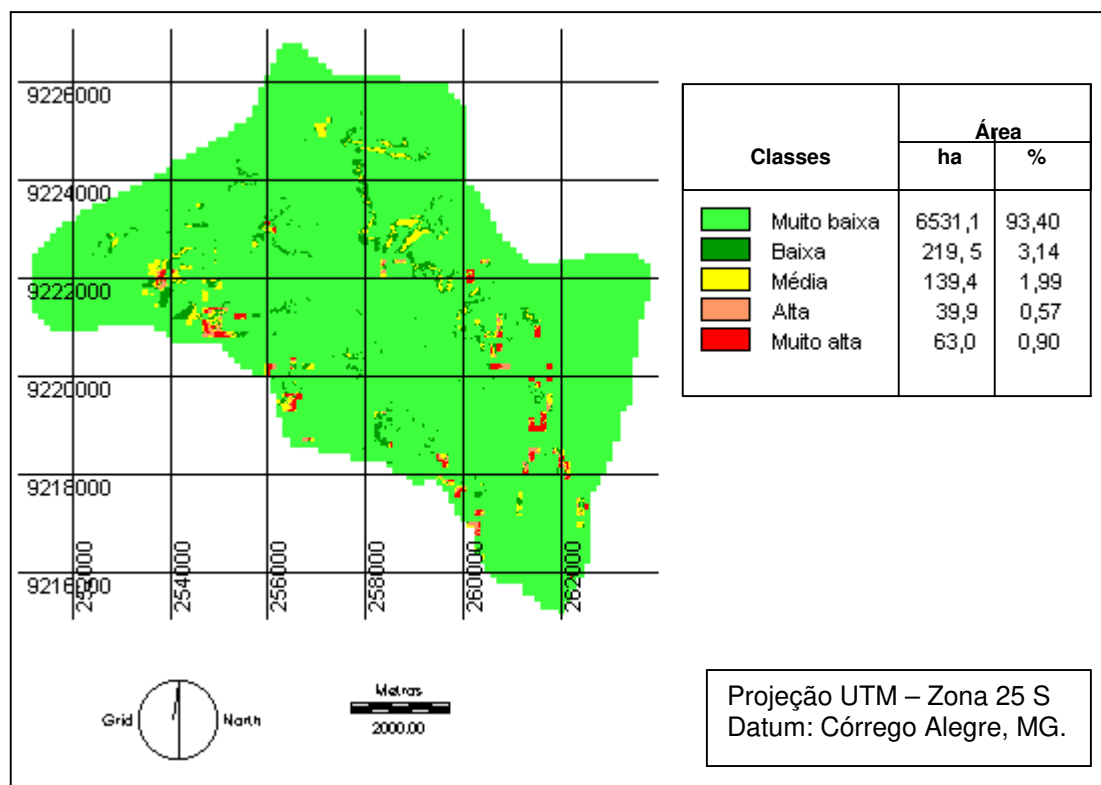


Figura 12 – Mapa de classes de perda de solo da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Tabela 13 – Perda de solos na Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Perda de Solo	Classes	Área	
		ha	%
< 5 t	Muito baixa	6531,1	93,4
5 – 10 t	Baixa	219,5	3,1
10 – 25 t	Média	139,4	2,0
25 – 50 t	Alta	39,9	0,6
> 50 t	Muito alta	63,0	0,9
		6992,9	100,00

Verificou-se que predomina a classe de perda “Muito Baixa”, com perda menor que 5 t/ha/ano, correspondendo a 93,4% da área estudada ou 6531,1 ha. Numa análise visual dos planos de informação de PNE e PR permite aferir que há uma atenuação das expectativas de erosão na área de estudo, decorrente dos tipos de uso existentes, em relação ao potencial erosivo delineado pelos aspectos do meio físico. De um modo geral, pode-se sugerir que as categorias de uso da terra, existentes na microbacia, contribuem para a baixa perda de solo, especialmente naquelas áreas onde as características físicas da terra apontam para um incremento de perda. No sentido de complementar esta análise comparativa, foi aplicada, no ambiente IDRISI, a técnica estatística da regressão linear, conforme dados apresentados na Figura 13. Verifica-se que o coeficiente de correlação do Potencial Natural de Erosão com a Perda de Solo é de 0,2639, o que explica apenas 7,0 da perda.

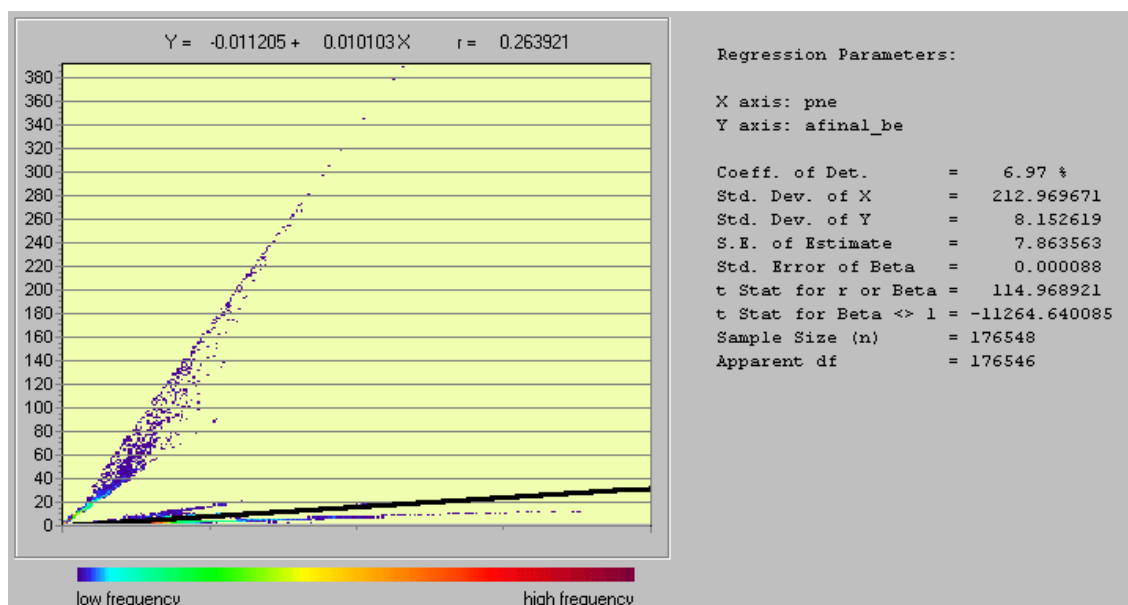


Figura 13 – Coeficientes de correlação e de determinação entre os valores originais de Perda de Solo e o Potencial Natural de Erosão – PNE da área de estudo.

A propósito da relação das categorias de uso da terra com as taxas de perda de solo, a Tabela 14, ilustra a distribuição das categorias de uso da terra, em percentual, nos intervalos de perda de solo. Verifica-se que no intervalo de menores taxas de perda de solo estão associadas predominantemente as categorias mata, cerrado, cana-de-açúcar e pasto, totalizando no conjunto, 88,4% na ocupação das terras. Por outro lado, a categoria culturas temporárias associa-se com todos os intervalos de perda de solo, sendo esta a única categoria de uso ocorrente nas classes de maiores taxas de erosão (classes 4 e 5).

Tabela 14 - Percentuais de ocorrências das combinações categorias de uso da terra intervalos de perda de solo, relativos à área total.

Perda	Uso da terra							Total
	Culturas tempor.	Mata	Coco	Cerrado	Cana-de-açúcar	Vegetação de várzea	Pasto	
	% da área total							
1	0,7	10,5	1,3	4,3	50,0	0,1	23,6	90,6
2	0,9	-	0,2	-	0,2	-	1,7	3,1
3	1,2	-	0,1	-	-	-	0,6	2,0
4	0,6	-	-	-	-	-	-	0,6
5	0,9	-	-	-	-	-	-	0,9
Total	4,4	10,5	1,7	4,3	50,2	0,1	26,0	97,2

Obs. 1. A diferença para 100% se refere às áreas ocupadas com corpos d'água e área urbana.

2. Classes de perda de solo em $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$: 1] <5; 2] 5 – 10; 3] 10 – 25; 4] 25 – 50; 5] > 50.

4.2.5. Risco de erosão

O plano de informação “Risco de erosão” (Figura 14), foi obtido pela razão entre o mapa de perda de solo e o mapa de perda permissível por erosão, representado pela tolerância à perda para cada tipo de solo. Com base nos resultados obtidos, o referido plano de informação foi reclassificado, segundo cinco classes de risco, descritas abaixo:

- Muito baixo < 1 vez a tolerância de perda de solo
- Baixo 1 a 2 vezes a tolerância de perda de solo
- Médio 2 a 5 vezes a tolerância de perda de solo
- Alto 5 a 10 vezes a tolerância de perda de solo
- Muito alto > 10 vezes a tolerância de perda de solo

A Tabela 15 apresenta os resultados da análise do risco de erosão das terras da microbacia do Riacho Una, segundo os critérios definidos, nas cinco classes de risco descritas acima.

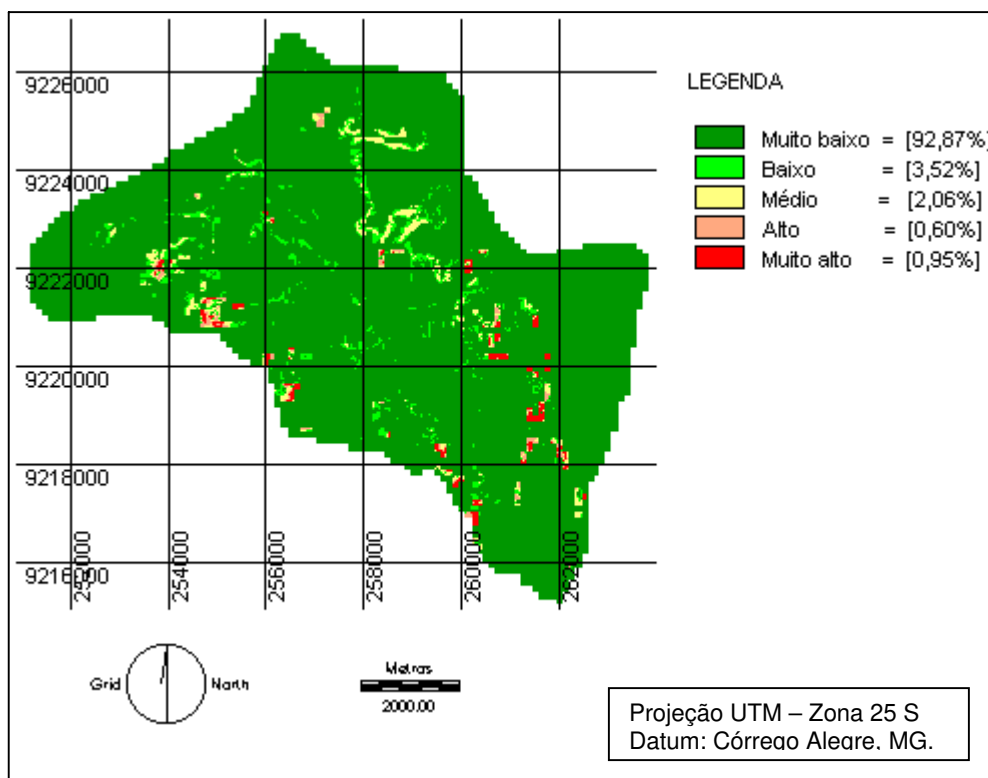


Figura 14 – Mapa de classes de risco de erosão da área de estudo.

Tabela 15 - Classes de risco atual de degradação das terras por erosão e áreas de ocorrência.

Risco de erosão	Área	
	ha	%
Muito baixo	6494,1	92,9
Baixo	246,2	3,5
Médio	144,6	2,1
Alto	41,8	0,6
Muito alto	66,2	0,9
Total	6992,9	100,00

Verificou-se que 92,9% da área total da microbacia, o que corresponde a 6494,1 ha, o risco atual de degradação das terras, por erosão do solo, é muito baixo. Denotam terras que estão associadas predominantemente a relevos plano e suave ondulado, além de uma visível associação com as categorias de uso das terras “cana-de-açúcar” e “pasto”, trata-se, portanto, de áreas em que os riscos ambientais são improváveis, do ponto de vista da erosão hídrica.

O risco de erosão é baixo a médio, portanto, as atuais taxas de perda de solo são até cinco vezes o valor da tolerância, em 5,6% da área da microbacia. Numa análise visual comparativa entre os planos de informação “Declividades” e “Risco de erosão”, infere-se que esta classe de degradação associa-se predominantemente às terras com topografia mais movimentada. Em

apenas 1,5% da área de estudo às terras estão incluídas nas classes alta e muito alta de riscos de erosão. No cruzamento deste plano de informação com o plano uso das terras, verifica-se que as terras incluídas nestas classes estão ocupadas unicamente com as categorias de uso correspondentes a “culturas temporárias” e “coco”. A caracterização do processo erosivo, nestas áreas, suscita a necessidade de ações alternativas, no uso e manejo do solo, no sentido de adequar seu uso, de forma a manter-se a estabilidade ambiental, especialmente no controle da erosão e seus impactos ambientais.

4.3. Capacidade de uso e adequação do uso atual das terras

4.3.1. Capacidade de uso

O plano de informação “capacidade de uso” foi obtido pelo cruzamento das limitações dadas pelos solos e pelas classes de declives, de acordo com Anexo 5, que apresenta a distribuição da pontuação dos fatores limitantes na classificação da capacidade de uso das terras para a área de estudo.

Na classificação da microbacia no Sistema de Capacidade de Uso foram identificadas 48 classes, após o reagrupamento por unidades de solos, foram identificadas sete classes e dezoito unidades (Figura 15 e Tabela 16).

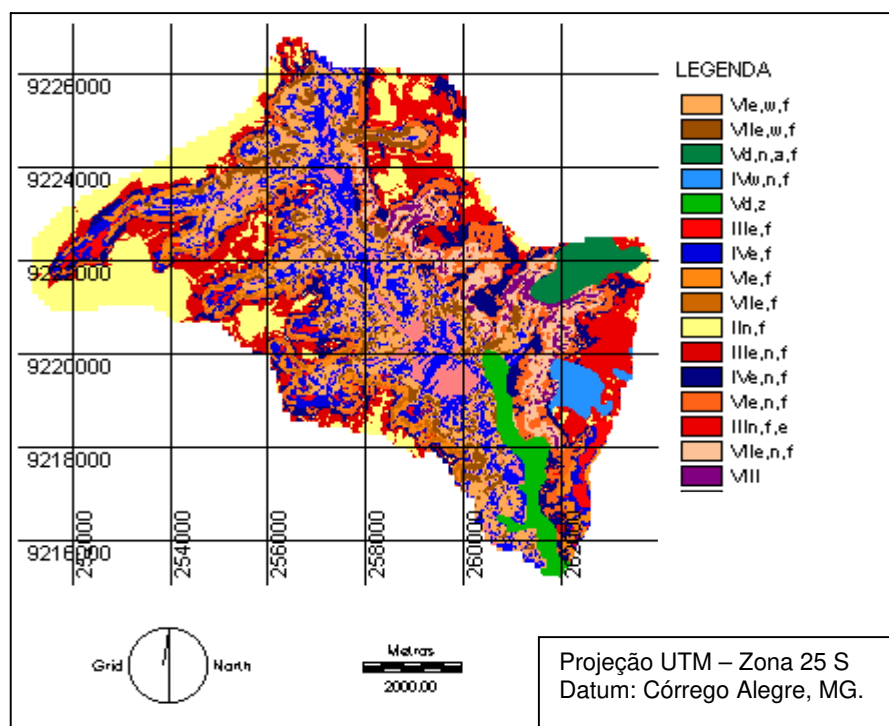


Figura 15 – Mapa da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Tabela 16 - Distribuição das classes de capacidade de uso das terras, por unidade de solo e classes de declividades, para a Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.

Declividade		Unidades de solos								
		NC1	HP	AQd1	Ae	PE1	PE4	PV1	PV3	PV7
Classe	[%]	Classes de capacidade de uso								
A	0 a 2	IIIw,f,e	Vd,n,a,f	-	Vd,z	-	-	IIIn,f	IIIn,f	-
B	2 a 5	IVe,w,f	Vd,n,a,f	IVw,n,f	Vd,z	IIIe,f	IIIe,f	IIIe,n,f	IIIn,f,e	IVe,n,f
C	5 a 10	Vle,w,f	-	-	-	IVe,f	IVe,f	IVe,n,f	IVe,n,f	Vle,n,f
D	10 a 20	VIIe,w,f	-	-	-	Vle,f	Vle,f	Vle,n,f	Vle,n,f	VIIe,n,f
E	20 a 40		-	-	-	-	VIIe,f	-	-	VIII
F	> 40		-	-	-	-	-	-	-	-

Caracterização da classificação no Sistema de capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Grupo A – Terras cultiváveis.

Classe II – Consiste em terras cultiváveis que exigem uma ou mais práticas especiais para serem cultivadas segura e permanentemente, com produção entre médias e elevadas das culturas anuais.

Subclasse IIIn,f – unidade composta por solos profundos, com textura média e/ou argilosa, apresentam limitação forte ou muito forte quanto à disponibilidade de nutrientes, baixos teores de fósforo assimilável, são moderadamente drenados, bem diferenciados e sem qualquer tipo de erosão – ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupção fragipânico, em declividade de 0 a 2%; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abrupção fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, fase transição floresta subcaducifólia/cerrado, relevo plano.

Classe III – Terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens ou florestamento. Quando cultivadas sem cuidados especiais ficam sujeitas a riscos de depauperamento, principalmente com culturas anuais, visto apresentarem problemas complexos de conservação do solo.

Subclasse IIIw,f,e – áreas que apresentam declividades na Classe A (0 – 2%), forte limitação quanto a disponibilidade de água, elevada saturação de bases, porém, valores de fósforo assimilável baixos, profundidade de média a rasos, apresentam grandes quantidades de calhaus e cascalhos em alguns perfis – Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órtico Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Subclasse IIle,f – localizadas na classe de declividade B (2 – 5%), com baixos teores de fósforo assimilável, solos profundos e moderadamente drenados, com processos erosivos – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia relevo plano e suavemente ondulado; Associação de ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifólia relevo fortemente ondulado e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Subclasse IIle,n,f – áreas que apresentam declive B, problemas de erosão, com fortes limitações quanto à fertilidade - ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico.

Subclasse IIIn,f,e – localizadas na classe de declividades B (2 – 5%), baixa fertilidade, fósforo disponível com limitação muito forte, apresenta processos erosivos – Associação de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos.

Classe IV – Terras passíveis de utilização com culturas perenes, pastagens ou florestamento, porém apresentam riscos ou limitações permanentes muito severas quando usadas para culturas anuais, apresentam sérios problemas de conservação do solo.

Subclasse IVe,f – áreas que apresentam declividades B e C, com problemas mais acentuados de erosão, terras constituídas por solos eutróficos, contudo, com limitações forte e muito forte na fixação de fósforo – ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia relevo plano e suavemente ondulado; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos, fase floresta subcaducifólia, relevo fortemente ondulado.

Subclasse IVe,n,f – localizadas nas classes de declividades B e C, com problemas mais acentuados de erosão, fertilidade baixa, com limitação forte quanto à fixação de fósforo, terras moderadamente drenadas – ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico, plintico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos.

Subclasse IVe,w,f – áreas que apresentam declividades B, solos com fortes limitações relacionadas à disponibilidade de água, assim como, de fósforo assimilável, apresentam problema de erosão - Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Subclasse IVw,n,f – localizadas na classe de declividade B, terras com limitações muito forte quanto à disponibilidade de água, fertilidade baixa e limitação forte quanto à fixação de fósforo – Associação NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Órticos.

GRUPO B - Terras cultiváveis somente em casos especiais, com culturas perenes protetoras do solo, porém adaptadas para pastagens e/ou florestamento e/ou vida silvestre.

Classe V – Terras planas ou com declives muito suaves, praticamente livres de erosão. Adaptadas para pastagens sem necessidade de práticas especiais de conservação do solo e cultiváveis apenas em casos especiais.

Subclasse Vd,z – solos com drenagem extremamente difícil, com boa fertilidade natural. Apresentam quantidades excessivas de sódio trocável, implicando em sérios problemas para as culturas agrícolas – NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos típicos. Subclasse Vd,n,a,f – localizadas nas classes de declividades A e B, solos imperfeitamente drenados, com fertilidade baixa, álicos, e com limitação muito forte quanto à fixação de fósforo - Associação ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Óticos típicos e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos.

Classe VI - terras adaptadas, em geral, para pastagens e/ou florestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em alguns casos especiais de algumas culturas protetoras do solo.

Subclasse Vle,f – áreas que apresentam declividade D (10 a 20%), problemas acentuados de erosão, sem problemas de fertilidade, contudo, com limitação forte a muito forte quanto à fixação de fósforo, solos moderadamente drenados – ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suavemente ondulado; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifólia relevo suavemente ondulado.

Subclasse Vle,n,f – áreas localizadas nas classes de declividades C e D, com problemas acentuados de erosão, fertilidade baixa, limitação quanto a fixação de fósforo variando de forte a muito forte, solos moderadamente drenados – ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico, fase floresta subcaducifólia, relevo plano; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos, fase transição floresta subcaducifólia/cerrado, relevo plano; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico plântico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos, fase pedregosa e rochosa, fase floresta subcaducifólia relevo ondulado e fortemente ondulado e campos antrópicos, relevo suavemente ondulado.

Subclasse Vle,w,f – localizadas na classe de declividade C, com problemas acentuados de erosão, forte limitação quanto à disponibilidade de água e quanto à fixação de fósforo - Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Óticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Classe VII – terras com uso em pastagens, apresentando restrições mais severas do que a classe anterior, sendo mais adaptadas ao florestamento. Sendo altamente susceptíveis à degradação, exigem práticas mais complexas de conservação do solo.

Subclasse VIIe,f – terras localizadas na classe de declividades E (20 a 40%), com problemas severos de erosão, solos com textura argilosa, de boa fertilidade natural, todavia, com limitações

quanto à fixação de fósforo – Associação ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos.

Subclasse VIIe,n,f – terras localizadas na classe de declividade D (10 a 20%), apresentam baixa fertilidade natural e limitação forte quanto à fixação de fósforo, são moderadamente drenadas – Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abúptico plíntico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos.

Subclasse VIIe,w,f – localizadas na classe de declividade D (10 a 20%), com problemas acentuados de erosão e fortes limitações quanto a disponibilidade de água e fósforo assimilável, apresentam boa fertilidade natural - Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Grupo C – terras inadequadas para cultivos agrícolas, pastagens ou florestamento.

Classe VIII - terras sem aptidão agrícola para cultivos, porém apropriadas para proteção e abrigo da flora e fauna silvestres, como ambiente para atividades de recreação e educação ambiental, ou para fins de armazenamento de água - Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abúptico plíntico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos. As áreas das unidades de capacidade de uso das terras da área de estudo são apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17 – Áreas das unidades de capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB

CLASSES	UNIDADES	ÁREAS		TOTAL DA CLASSE
		ha	%	%
II	IIIn,f	998,5	14,3	14,3
III	IIIe,f	119,7	1,7	20,4
	IIIe,n,f	558,0	8,0	
	IIIn,f,e	459,8	6,6	
	IIIw,f,e	289,0	4,1	
IV	IVe,f	266,6	3,8	22,9
	IVe,n,f	566,1	8,1	
	IVe,w,f	658,8	9,4	
	IVw,n,f	110,3	1,6	
V	Vd,z	216,2	3,1	5,6
	Vd,n,a,f,	177,6	2,5	
VI	Vle,f	291,2	4,2	24,1
	Vle,n,f	534,9	7,7	
	Vie,w,f	855,4	12,2	
VII	VIIe,f	72,7	1,0	10,8
	VIIe,w,f	395,6	5,7	
	VIIe,n,f	289,2	4,1	
VIII	VIII	121,7	1,7	1,7

4.3.2. Adequação do uso das terras

O plano de informação da adequação do uso das terras foi gerado ao se cruzarem às informações do plano de capacidade de uso da terra, proposta por LEPSCH et al. (1983), com o uso atual. A adequação de uso das terras representa quais áreas estão sendo exploradas de acordo com o preconizado pela classificação, ou seja, respeitando as limitações físicas das terras, de modo a evitar riscos de erosão e onde o uso está inadequado, ou seja, acima das condições admissíveis de sustentação ambiental. A representação espacial da adequação do uso das terras é apresentada na Figura 16 e Tabela 18.

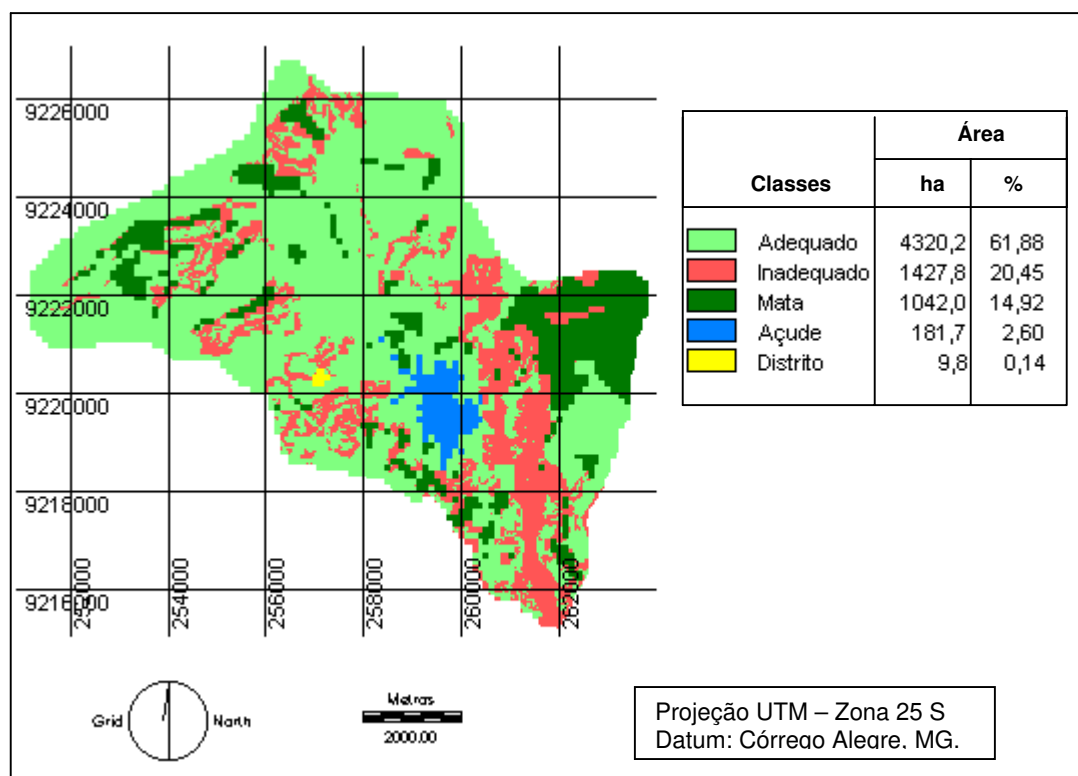


Figura 16 – Mapa da adequação do uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.

Tabela 18 – Distribuição do uso atual das terras, por classe de capacidade de uso, da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB.

USO ATUAL	CLASSES DE CAPACIDADE DE USO (%)																		Área total
	IIInf	IIIf	IIIfn	IIIfn	IIIfn	IVef	IVenf	IVewf	IVwnf	Vdz	Vdnaf	Vlef	Vlenf	Vlewf	Vllef	Vllewf	Vllenf	VIII	
Mata	0,09	0,10	0,14	0,41	0,22	0,49	0,66	0,73	0,20	0,006	0,85	1,09	1,04	1,36	0,47	1,14	0,89	0,67	10,56
Capoeira	0,80	0,001	0,19	1,46	-	0,01	0,31	-	0,02	-	1,19	0,02	0,19	-	0,006	-	0,04	0,04	4,28
Veget. Várzea	-	-	-	-	0,02	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,04	-	0,006	-	-	0,09
Pasto	1,11	0,28	1,35	0,58	1,84	0,94	1,49	4,65	-	0,47	-	0,73	1,94	5,90	0,13	2,84	1,26	0,54	26,05
Coco	-	0,24	0,02	-	0,09	0,23	0,04	0,33	-	-	-	0,21	0,02	0,39	0,03	0,07	-	-	1,67
Cana	11,37	0,90	5,52	4,12	0,54	1,83	5,06	2,56	1,35	2,57	0,50	1,87	3,99	4,15	0,30	1,46	1,66	0,43	50,18
Cult. temp.	0,92	0,18	0,76	0,02	0,04	0,29	0,48	0,18	0,01	0,02	-	0,24	0,46	0,24	0,09	0,09	0,29	0,06	4,37
Açude	-	-	-	-	1,39	-	-	0,96	-	0,02	-	-	-	0,17	-	0,05	-	-	2,59
Urbano	0,001	-	0,01	-	-	0,03	0,06	-	-	-	-	0,01	0,02	-	-	-	-	-	0,13
Área total	14,3	1,71	7,99	6,59	4,14	3,82	8,11	9,44	1,58	3,10	2,54	4,17	7,66	12,25	1,04	5,67	4,14	1,74	100,0

 Uso Adequado
  Uso Inadequado
  Mata Nativa
  Açude
  Área Urbana – Distrito

Foram definidas três classes de adequação de uso das terras: Adequado, Inadequado (Sobreutilização) e Áreas de Preservação, esta última representada pelas áreas de mata nativa. Ademais, foram indicadas no plano de informação de adequação do uso, as áreas urbanas e de corpos d'água.

A análise da adequação do uso atual das terras indica que 4320,2 ha (61,9% da área), estão sendo utilizados adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade de suporte agrícola dos solos. Para a classe de uso inadequado, encontrou-se uma área de 1427,8 ha (20,4%), com uso atual acima da oferta ambiental avaliada (sobreutilizados), esta situação resulta nos processos de degradação do solo, portanto, exige-se a criação de um conjunto de medidas e instrumentos que orientem a localização das atividades agrícolas, e ordenem sua utilização através da adoção de metodologias de apropriação do solo agrícola que permitam seu melhor aproveitamento com sustentabilidade ambiental. As áreas de preservação permanente, representadas pelas seguintes categorias: mata, capoeira e vegetação de várzea, correspondem a 1042 ha, ou seja, 14,9% da microbacia. As áreas relativas aos corpos d'água (Açude) e urbana (Distrito), corresponderam no conjunto a 191,5 ha, ou seja, 2,7% da área de estudo. Os dados da adequação do uso das terras indicam que 76,8% da área da microbacia estudada apresenta intensidade de uso igual ou inferior ao indicado pelo Sistema de Capacidade de Uso das Terras. Contextualmente, observa-se que as terras da microbacia se associam, predominantemente, as classes de relevos plano e suave ondulado, além de uma visível associação com as categorias de uso das terras “cana-de-açúcar” e “pasto”. De forma que o risco de erosão calculado foi baixo ou muito baixo em 96,4% da área total. Por outro lado, é importante ressaltar que 20,4% da área avaliada são representados por uso inadequado, neste caso, exige-se a intervenção ambiental de forma a modelar a ocupação destas terras, adequando-as aos meios de sustentabilidade ambiental, ou seja, baseando-se não somente no aumento de sua produtividade, mas no restabelecimento da ocupação em função das características naturais de cada área, de modo a se lograr o equilíbrio do sistema.

4.4. Degradação ambiental

Para aplicação da metodologia proposta no estudo da degradação ambiental, com aplicação dos diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental, a microbacia hidrográfica foi subdividida em três compartimentos, observando-se para tanto, a topografia e a drenagem. As etapas de subdivisão da microbacia, digitalização e medidas da rede de drenagem se deu no ambiente CartaLinx – 1.2. Figura 17.

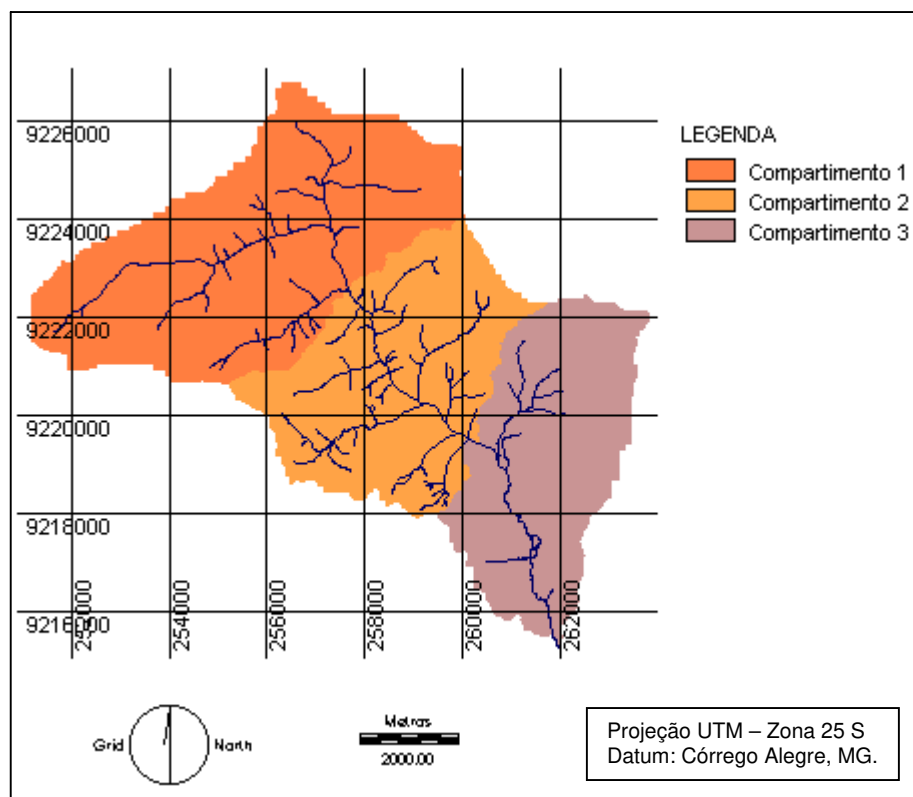


Figura 17 – Microbacia hidrográfica subdividida em compartimentos.

4.4.1. Diagnóstico Físico-Conservacionista

O primeiro passo para caracterização físico-conservacionista da microbacia, consistiu em classificar as terras dos três compartimentos definidos para a área de estudo, nas classes de RN – Coeficiente de Rugosidade, a partir da metodologia proposta para caracterização do uso potencial da terra em intervalos de classes. Os dados são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Aptidão de uso das terras, por compartimento, da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé, PB.

[1]* Classes de <u>RN</u>	[2] Áreas de estudo	QUADRO BASICO – Diagnóstico Físico-Conservacionista – Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB.				
		[3] Σ (RCT) (km)	[4] Área dos compartimentos (ha)	[5] Declividade média - [H] (%)	[6] Densidade de drenagem [D] (km/ha)	[7] RN x 10 ² (Km/ha)
A	1	28,26	3027,52	5,68	0,0093	5,28
D	2	35,89	2102,05	7,66	0,0170	13,02
A	3	16,25	1863,33	7,73	0,0087	6,72
Total	-	80,40	6992,9	-	-	-

* Cardinal entre colchetes representa o número da coluna.

Para a caracterização do uso potencial da terra da microbacia foram calculados a amplitude e o intervalo de classes, a partir dos valores dos coeficientes de rugosidade calculados para cada compartimento. O Quadro 6, mostra a distribuição das classes de uso da terra nos intervalos de domínio dos coeficientes de rugosidade.

Quadro 6 – Intervalo de classes de uso da terra.

Classes	Intervalo de domínio (valores de RN)	Uso	Valores encontrados
A	+ 1,93 5,28..... 7,21	Agricultura A	2 RN
B	+ 1,93 7,22.....9,15	Pastagem B	-
C	+ 1,93 9,16.....11,10	Pastagem/Florestamento C	-
D	+ 1,93 11,2.....13,13	Florestamento D	1 RN

Feita a caracterização do uso potencial da terra da microbacia, a partir dos valores dos coeficientes de rugosidade, calculados para cada compartimento, procedeu-se com a distribuição, por compartimento, das categorias de uso da terra consideradas na aplicação do diagnóstico, conforme o Quadro 7. Utilizou-se, nesta etapa, o plano de informação “Uso das Terras”, gerado e empregado em etapas anteriores do presente trabalho.

As categorias de uso da terra consideradas foram identificadas através das seguintes convenções:

1 – FLORESTAS/VEGETAÇÃO NATURAL (N)

1a – floresta nativa em área plana (declividade média < 10%).

1b – vegetação de várzea

1c – capoeira.

2 – PASTAGENS.

3 – CULTIVOS AGRÍCOLAS.

3a – cana-de-açúcar.

3b – culturas temporárias.

3c – coco.

4 – ÁREAS CONSTRUÍDAS.

5 – AÇUDES

Quadro 7 – Uso da terra, por compartimento de estudo, na microbacia.

[8] Classes de RN	[9] Comparti- mentos	USO DA TERRA (ha)									
		N → 1			[14] Σ N	[15] 2	[16] 3			[17] 4	[18] 5
		[10] 1a	[11] 1b	[12] 1c			3a	3b	3c		
A	1	240,48	5,76	69,48	315,72	864,00	1595,59	141,07	116,82	0,084	-
D	2	119,47	-	14,95	134,42	767,00	806,17	73,19	-	9,720	168,30
A	3	377,14	-	215,67	592,81	188,49	1112,24	93,04	-	0,343	13,41
Total	-	737,31	5,76	300,1	1042,95	1819,50	3514,00	307,30	116,82	0,714	181,71

O Quadro 8 apresenta os dados quantitativos da degradação física da área de estudo. Constata-se que os compartimentos um e três estão distribuídos na Classe A de RN (Uso Potencial da Terra). Sendo, portanto, uma classe apta para o uso na agricultura, não se verificou nenhum conflito nestes compartimentos, visto que a geração de conflitos na Classe A de RN só se verifica com a ocorrência da associação “agricultura + queimada”. Todavia, o compartimento um exige um florestamento de 441,11 ha, o que corresponde a 14,6% de sua área total. Esta exigência se deve ao fato de que o planejamento de uso da terra, indicado a partir de um manejo integrado de bacias hidrográficas, requerer para microbacias com declividades médias menores que 15% uma cobertura florestal mínima de 25% da totalidade de sua área. Observa-se ainda, neste compartimento, uma disponibilidade de 417,13 ha para agricultura, de modo que para atender estas demandas, a área a ser manejada corretamente, é de 858,24 ha, correspondendo aproximadamente à área ocupada com pastagens. A degradação física das terras, para a área um é de 14,6%, o que caracteriza uma situação favorável quanto ao uso das terras, neste compartimento. Para o compartimento três, a área de cobertura florestal é de 592,81 ha, o que corresponde a 31,8% de sua área total, portanto, acima da exigência mínima de 25%, denotando uma situação extremamente satisfatória no tocante às reservas florestais. As áreas disponíveis para agricultura totalizam 51,49 ha, o que corresponde à área a ser trabalhada para o manejo correto do compartimento. Poderia se indicar como área disponível para agricultura a totalidade da área correspondente à pastagem, ou seja, 188,49 ha, contudo, a metodologia garante, neste caso, uma maior sustentabilidade ambiental, ao assegurar áreas à pastagem, sendo esta categoria, caracterizada como de uso de menor impacto ambiental, para terras classificadas como de Classe A de RN, portanto, para uso com agricultura. Pelo fato de inexistirem conflitos e áreas a serem florestadas, neste compartimento, a degradação física das terras foi de 0%.

Quanto ao compartimento dois, suas terras se distribuíram na Classe D (florestamento). Verificaram-se conflitos da ordem de 1643,36 ha, sendo 767 ha relativos a pasto e 879,36 relativos a cultivos agrícolas. Este compartimento exige 391,19 ha de florestamento, o que corresponde a 18,6% da área total. Por outro lado, apresenta 879,36 ha de excesso em agricultura, correspondentes às áreas mapeadas de cana-de-açúcar e culturas temporárias. A degradação física das terras, para a área dois é de 96,9%, o que caracteriza uma situação de acentuada degradação quanto ao uso das terras.

As diferenças expressivas verificadas nos percentuais de degradação física dos compartimentos avaliados são decorrentes, sobretudo, das diferenças observadas nos percentuais de cobertura florestal dos três compartimentos. De acordo com WESTMAN (1995), analogamente aos solos, a vegetação pode servir como um indicador de inúmeras condições para a capacidade de uso das terras. Associam-se às condições de cobertura florestal as características topográficas, representadas pela declividade e a densificação da rede de drenagem. Estes últimos elementos

são determinantes do coeficiente de rugosidade e, portanto, da distribuição das terras nas classes de Aptidão do Uso Potencial das Terras.

A degradação média da microbacia foi de 37,2%. Numa análise comparativa entre o Sistema de Classificação de Capacidade de Uso das Terras e o Diagnóstico Físico-Conservacionista, constata-se que no Sistema de Classificação a distribuição da adequabilidade do uso atual das terras indica que 4320,2 ha (61,9% da área), estão sendo utilizados adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade de suporte agrícola dos solos, enquanto que o Diagnóstico Físico-Conservacionista aponta uma situação favorável em 62,8% da totalidade da área de estudo.

Quadro 8 – Degradação física da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.

Compartimentos	Conflitos no uso da terra		N	A Florestar		Excesso (e), e Disponibilidade (d) em agricultura		Área a ser trabalhada para o manejo correto da microbacia		Área degradada	Degradação
	[19] (ha)	[20] (%)		[22] (ha)	[23] (%)	[24] (ha)	[25] (%)	[26] (ha)	[27] (%)	[28] (ha)	[29] (%)
1	-	-	10,43	441,11	14,57	417,13 d	13,78	858,24	28,35	441,11	14,57
2	1646,36	78,32	6,39	391,19	18,61	879,36 e	41,83	1270,55	60,44	2037,55	96,93
3	-	-	31,81	-	-	51,49 d	2,74	51,49	2,74	-	0,00
TOTAL	1646,19	-		838,05	-	-	-	2185,67	-	2484,41	-
Degradação média da microbacia											37,17

4.4.2. Diagnóstico sócio-econômico

A tipificação sócio-econômica da Microbacia do Riacho Una, consistiu em analisar e avaliar a situação social, econômica, tecnológica e, por fim, sócio-econômica da população do meio rural, com base na caracterização por amostragem de núcleo familiar.

A estratégia empregada na seleção dos indicadores sócio-econômicos consistiu em levantamento bibliográfico, consubstanciado em visitas *in-loco*. Tal levantamento foi materializado na elaboração de questionários contendo as diferentes variáveis e indicadores. A amostragem dos núcleos familiares à aplicação dos questionários foi realizada segundo a aplicação da formula (14), item 3.2.6.3, apresentando a seguinte distribuição por compartimento (Quadro 9). A foto 6, Anexo 1, ilustra a aplicação de questionários relativos aos diagnósticos sócio-econômico e ambiental, junto a comunidade da área de estudo.

Quadro 9 – Distribuição dos núcleos familiares amostrados, por compartimento da microbacia.

Compartimento	Identificação do núcleo familiar (domicílio)	Total
1	91,92,93,94,95,96,97,99,100,101,102	11
2	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16,17,18,64,72,73,74,75,76,77,82,83,84,85,86,87,90	29
3	23,24,25,27,28,29,33,34,35,37,38,40,41,43,44,46,47,48,49,51,53,54,56,57,58,61 62,63,65,66,67,68,69.	33
Total		73

4.4.2.1. Códigos e critérios de estratificação

Foram atribuídos pesos aos indicadores relativos às diferentes variáveis, baseados nos critérios estabelecidos por ROCHA (1991). Os pesos são representados por um cardinal, em escalas definidas por intervalos de 1 a 5, 1 a 9, 1 a 6, etc., atribuídos aos indicadores ambientais, correspondentes as diferentes variáveis consideradas, de acordo com a subdivisão da variável analisada e em atenção à sua importância. O menor peso indica menor degradação, o maior peso corresponde a uma maior degradação ambiental. Os códigos e critérios de estratificação são apresentados no Anexo 6.

4.4.2.2. Tabulação dos dados

A tabulação dos dados consiste em agrupar os códigos e repetir aqueles de maior frequência (moda).

São apresentados os resultados de maior frequência (moda); os valores mínimos, máximos e totais. Os valores significativos encontrados (moda), por compartimento da microbacia, foram relacionados e analisados entre os valores mínimos e máximos de codificação. Dados apresentados no Anexo 7 e resumidos no Quadros 10,11 e 12.

Quadro 10 – Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 1.

Microbacia Hidrográfica do Riacho Una Compartimento 1	Valores significativos		
	Moda	Mínimo	Máximo
Total do fator social	150	51	282
Unidades críticas de degradação social	42,8%		
Total do fator econômico	67	21	68
Unidades críticas de degradação econômica	97,9%		
Total do fator tecnológico	40	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica	86,2%		
Total do diagnóstico sócio-econômico	257	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica	55,4%		

Quadro 11 – Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 2.

Microbacia Hidrográfica do Riacho Una Compartimento 2	Valores significativos		
	Moda	Mínimo	Máximo
Total do fator social	174	51	282
Unidades críticas de degradação social	53,2%		
Total do fator econômico	68	21	68
Unidades críticas de degradação econômica	100,00%		
Total do fator tecnológico	43	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica	96,5%		
Total do diagnóstico sócio-econômico	285	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica	64,5%		

Quadro 12 – Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para o compartimento 3.

Microbacia Hidrográfica do Riacho Una Compartimento 3	Valores significativos		
	Moda	Mínimo	Máximo
Total do fator social	175	51	282
Unidades críticas de degradação social	53,7%		
Total do fator econômico	67	21	68
Unidades críticas de degradação econômica	97,9%		
Total do fator tecnológico	42	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica	93,1%		
Total do diagnóstico sócio-econômico	284	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica	64,2%		

4.4.2.3. Estudo analítico do Diagnóstico Sócio-Econômico para os compartimentos da microbacia.

Para o cálculo da Reta de Degradação Ambiental, considera-se que o valor de “y” varia de 0 a 100% de degradação. Os resultados para o diagnóstico sócio-econômico são apresentados na Tabela 19 e os dados do estudo analítico são apresentados no Anexo 8.

Cálculo das retas de degradação social, econômica, tecnológica e sócio-econômica.

A equação da reta $Y=ax+b$ define a degradação. (15)

Tabela 19 – Degradação ambiental, por compartimento, a partir do cálculo das retas de degradação social, econômica, tecnológica e sócio-econômica.

Compartimentos	Degradação ambiental (%)			
	Social	Econômica	Tecnológica	Sócio-econômica
1	42,8	97,9	86,2	55,4
2	53,2	100,00	96,5	64,3
3	53,7	97,9	93,1	64,2
Média	49,9	98,6	91,9	61,3

Os dados do diagnóstico sócio-econômico indicam uma degradação média da microbacia de 61,3%. Esta degradação retrata, de forma inequívoca, às condições sócio-econômicas de áreas rurais do Nordeste Brasileiro onde predominam os assalariados, os parceiros ou os não remunerados, com graves problemas sociais, gerados pela estrutura agrária, vale dizer, pela não participação na produção e pelas obrigações impostas ao assalariado, pela dificuldade em obterem-se áreas para o plantio de culturas de subsistência, pela maior procura que oferta de trabalho, pela exigüidade da área de cultivo, decorrente da expansão da cultura da cana-de-açúcar e da pecuária, em detrimento de produtos básicos de subsistência. É importante ressaltar o sistema empírico adotado pelos pequenos agricultores e a falta de capital e de organização comercial adequada.

Destas circunstâncias resulta, o baixo padrão de vida dessas comunidades, que, mesmo nesta área da Microbacia do Riacho Una, onde as características físicas são favoráveis às práticas agrícolas com existência de culturas valorizadas, são incapazes de constituir um forte mercado de consumo. Desse baixo padrão de vida, que se acha expresso em todos os aspectos humanos, resulta uma migração que se observa continuamente, nos períodos de entressafra da cultura da cana-de-açúcar, na qual trabalham sazonalmente como assalariados.

Esta constatação sugere que os planos e estudos que objetivem a busca de soluções para os problemas relacionados à ocupação da terra, no caso específico, de uma microbacia hidrográfica, como unidade de planejamento, devem considerar propostas técnicas no sentido de se promover a melhor apropriação das terras, de forma que se instale a sustentabilidade ambiental, contudo, é imprescindível se considerar as atividades econômicas, especialmente as agrícolas, visto que são elas as principais causadoras das transformações ambientais. A utilização e a exploração dos recursos naturais pelos agentes econômicos, sem a devida consideração dos aspectos relacionados a sustentabilidade ambiental e, econômica, da população diretamente envolvida, neste processo, podem ser consideradas como as principais causas da degradação ambiental.

4.4.3. Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental da Microbacia do Riacho Una, consistiu-se em levantar e analisar os principais elementos poluentes diretos do meio ambiente, com o objetivo precípua de verificar o grau de degradação dos compartimentos avaliados e por extensão da microbacia. A foto 7 do Anexo 1, ilustra um exemplo de degradação ambiental constatado na área de estudo.

A amostragem dos núcleos familiares à aplicação dos questionários foi realizada, à semelhança do diagnóstico sócio-econômico, segundo a aplicação da fórmula (14), item 3.2.6.3.

4.4.3.1. Códigos e critérios de estratificação

Foram atribuídos pesos aos indicadores relativos às diferentes variáveis, baseados nos critérios estabelecidos por ROCHA (1991). Os códigos e critérios de estratificação são apresentados no Quadro 4, item 3.2.6.3.

4.4.3.2. Tabulação dos dados

O agrupamento dos dados obedece a metodologia adotada para o diagnóstico sócio-econômico, sendo os resultados apresentados no Anexo 9 e resumidos no Quadro 13.

Quadro 13 – Resultados do diagnóstico ambiental e unidades críticas de degradação para os compartimentos 1, 2 e 3.

Diagnóstico ambiental Microbacia Hidrográfica do Riacho Una Sapé – PB	Compartimentos		
	1	2	3
	Valores significativos		
	Encontrado	Mínimo	Máximo
Total do fator ambiental	21	21	42
Degradação ambiental (%)	4,8	4,8	4,8

4.4.3.3. Estudo analítico do Diagnóstico Sócio-Econômico para os compartimentos da microbacia.

- Cálculo das retas de Degradação Ambiental – Compartimentos 1, 2, 3

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%. Os dados são apresentados no Anexo 8.

O levantamento dos indicadores relacionados à poluição ambiental, através da aplicação do diagnóstico ambiental, indicou uma degradação muito baixa, 4,8%. Neste aspecto, é importante salientar que a população alvo da entrevista e intervenientes na área da microbacia se constitui predominantemente de agricultores familiares, com práticas agrícolas extremamente simples, em pequenas glebas de agricultura de subsistência. Por outro lado, a representatividade da

intervenção ambiental promovida por duas empresas agrícolas existentes na área, é subestimada visto que a metodologia afere e analisa a qualidade ambiental da área de estudo, a partir da maior frequência (moda) dos pesos atribuídos a um dado indicador ambiental, deste modo, sugere-se que a degradação ambiental, derivada desta metodologia, pode não estar devidamente avaliada pelo fato de não ponderar qualitativamente os agentes transformadores do meio.

4.4.4. Degradação de ambiência

A degradação de ambiência para o conjunto da microbacia estudada foi obtida a partir do cálculo da média aritmética da degradação ambiental obtida para os três compartimentos considerados na área de estudo, conforme dados apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 – Degradação de ambiência da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé-PB.

Compartimento	Diagnósticos - degradação por compartimento (%)			
	Físico-conservacionista	Sócio-econômico	Ambiental	Ambiência
1	14,6	55,4	4,8	24,9
2	96,9	64,3	4,8	55,3
3	0,00	64,2	4,8	23,0
Média	37,2	61,3	4,8	34,4

Na avaliação da degradação de ambiência da microbacia, segundo os diagnósticos físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental, verificou-se que 34,4% de suas terras estão degradadas, o que corresponde a 2406,26 ha. É evidente a influência do aspecto econômico na degradação final da microbacia, com 61,3% de média. Ainda se tratando do diagnóstico sócio-econômico, seu melhor desempenho, verificado no compartimento um, se deve ao fato de, nesta área, residirem funcionários fixos das duas empresas agropecuárias presentes na área. Aí se identificaram funcionários com registro em carteira, residências com infra-estrutura básica satisfatória e condições de educação e alimentação superiores às registradas nos compartimentos dois e três. Analisando o compartimento dois, verifica-se que sua degradação de ambiência é de 55,3%, neste particular, como já descrito na análise do diagnóstico físico, o fato de suas terras se

distribuírem na Classe D (florestamento) de RN e de se verificaram conflitos no uso da terra na ordem de 1643,36 ha, sendo 767 ha relativos a pasto e 879,36 relativos a cultivos agrícolas, resulta no percentual de degradação física da ordem de 96,9%, influenciando sobremaneira na elevação do percentual final da degradação da microbacia. Numa análise comparativa entre o plano de informação “compartimentos” e o plano “capacidade de uso”, verifica-se que 46,4% das terras do compartimento dois estão distribuídas nas classes de capacidade de uso VI, VII e VIII, próprias para pastagem e/ou florestamento e para proteção e abrigo da flora e fauna silvestres, como ambiente para atividades de recreação e educação ambiental, ou para fins de armazenamento de água. Ademais, 28,0% das terras se distribuem na classe IV, 19,6% na classe III e apenas 6% na classe II. A conjunção dos resultados apresentados, para este compartimento, indica a necessidade de adoção de metodologias de apropriação das terras que permitam seu melhor aproveitamento com sustentabilidade ambiental, neste sentido, o Quadro 4, item 4.4.1 aponta ações alternativas, a saber: florestamento do compartimento em 391,19 ha e manejo das áreas agrícolas, que correspondem a 879,36 ha, o somatório destas áreas corresponde a área a ser trabalhada para o manejo correto da microbacia. Os compartimentos um e três por apresentarem degradação física baixa ou nula, com ausência de conflitos no uso da terra (terras com aptidão para agricultura), segundo a aplicação do diagnóstico físico-conservacionista, redundaram em degradação de ambiência mais baixa.

Em suma, pode-se aferir que a análise da degradação de ambiência da Microbacia do Riacho Una apresenta dados, ainda satisfatórios, contudo, faz-se necessário o estabelecimento de proposições, não somente no que se refere ao disciplinamento do uso das terras nas áreas com sobreutilização, mas principalmente, para permitir a introdução de alternativas de produção, considerando os interesses das comunidades locais, com a perspectiva de auferir melhorias nas suas condições sociais e econômicas.

4.5. Ações alternativas – Recomendações conservacionistas

A classificação e adequação do uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé-PB, tenta otimizar seu uso racional, vinculando-os aos conflitos existentes e, propondo ações mitigadoras para os impactos, sobre o meio ambiente, decorrentes da utilização indiscriminada dos suas terras.

Classe II

Subclasse II_{n.f} – correspondem às áreas de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupto fragipânico, em declividade de 0 a 2%; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abrupto fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, fase transição floresta subcaducifólia/cerrado, relevo plano. Apresentam-se profundos, moderadamente drenado, e presentes em relevo plano (declividade 0 a 2%), com limitadas reservas de nutrientes.

Recomendações:

Culturas anuais ou temporárias

- Preparo do terreno de acordo com a cultura escolhida.
- Evitar a queima dos resíduos das culturas: incorporar ao subsolo permitindo a ampliação do tempo de decomposição, ou deixar na superfície. Esta ação além de incorporar nutrientes ao solo, economiza tempo e energia; aumenta a capacidade de manutenção da umidade dos solos, especialmente nos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e melhora a trabalhabilidade dos solos que tendem a se estancar.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: são solos de baixa saturação por bases e de baixa capacidade de troca de cátions, conferindo-lhes forte grau de limitação quanto à fertilidade. Os valores de fósforo assimilável denotam níveis baixos, exigindo desse modo, adubação fosfatada. As unidades de solos PVA e PVA_d apresentam valores de pH abaixo de 6,0. A aplicação de corretivos e fertilizantes deve considerar análises atuais de solos.
- Plantio em nível ou em contorno: apesar dos solos da subclasse considerada apresentarem discreta suscetibilidade à erosão (grau de limitação 1 – ligeiro), o plantio em nível ou em contorno, pela ação de segurar possíveis enxurradas, previne a erosão laminar; resulta em maior absorção de água pelo solo; reduz a perda de terra, água e fertilizante, além de otimizar as operações com maquinaria agrícola.
- Culturas em faixas (rotação, retenção ou conjugadas): seu estabelecimento reduz o excesso de água no solo, especialmente nas partes mais baixas do terreno; melhoram a drenagem nas fileiras; fornece uma provisão de forragem nas estações críticas do ano.
- Manutenção ou melhoramento das condições físicas do solo: rotação de culturas com raízes profundas ou que deixem grande quantidade de material orgânico e nitrogênio, este tratamento prevê, ainda, a redução da depleção da terra, quando se introduz a rotação, incrementa-se a produtividade e renda da propriedade rural.
- Faixas de vegetação permanente: promove uma cobertura vegetativa que previne a erosão hídrica e eólica. No caso específico da erosão eólica, esta prática é empregada nos campos de solos arenosos (no caso, NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos), com dimensões a partir de 16 ha; provê forragem e semente, além de comida e proteção para a fauna silvestre.

Culturas permanentes

- Preparo do terreno
- Adubações: química e orgânica: função do solo e da cultura.

- Aplicação de calcário: prática é recomendada nos solos cujo pH está abaixo de 6,0. Tratamento baseado em análise de solo atual.
- Plantio em nível ou em contorno: a prática de plantio em contorno é recomendada para as terras, da subclasse em análise, visto sua distribuição na classe A de declividade, não requerendo, desse modo, a implantação de terraços, mas que apresenta algum declive, normalmente menor que 2%, ou se incluem solos arenosos profundos, onde igualmente, não se estabelecem terraços.
- Utilização de culturas de cobertura entre as fileiras de plantas: a prática deste tratamento adiciona matéria orgânica e nitrogênio ao solo; reduz a enxurrada e erosão da terra, contribuindo para uma maior absorção de umidade.
- Tratos culturais normais: controle de pragas e doenças. Deve-se priorizar o emprego de agroquímicos de baixa solubilidade.
- Controle do mato, no período chuvoso, com roçadeira: manter as ervas daninhas sempre a altura de 5 a 10 cm de altura, evitando a competição com a cultura.
- Proteção contra o fogo: consiste em se estabelecer aceiros à bordadura do campo cultivado. As estradas ou carreadores apresentam funcionalidade neste tratamento.

Pastagem

- Plantio de gramíneas consorciadas com leguminosas.
- Rotação de pastos com culturas agrícolas.
- Utilização e trato das pastagens de acordo com o tipo de exploração agropecuária.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função do solo e do capim. Estas práticas exigem análises atuais de solos. A aplicação de calcário é recomendada quando o pH está abaixo de 6,0. A aplicação completa de fertilizantes é feita na pastagem nova e também em pastos já estabelecidos, para os quais, as análises de solos denotam níveis muito baixos ou médio de fósforo e potássio. No caso específico do nitrogênio, sua aplicação é feita em pastagens jovens ou, perenes recentemente plantadas, para estimular o crescimento e, em pastos estabelecidos ou perenes, em que a presença de leguminosas é pequena ou inexistente. Não se deve aplicar nitrogênio a pastos permanentes que contem mais de 35% de leguminosas.
- Distribuição de animais, por unidade de área, observando-se sua capacidade de suporte forrageiro.
- Pastoreio rotacional.
- Tratos culturais: controle de pragas e doenças.

- Instalação de local para distribuição de sal mineral e suplemento alimentício para o gado. Do mesmo modo, deve-se estabelecer bebedouros, quando houver indisponibilidade de água no pasto.
- Conservação da pastagem excedente.
- Controle do fogo.
- Fenação e capineira: fornece uma provisão precisa de forragem nas estações críticas do ano. Na região da Microbacia do Riacho Una, os silos subterrâneos podem desempenhar papel relevante no armazenamento de forragem adicionada de melaço.

Florestas

a] Nativas

- Interdição ao gado e de quaisquer outras atividades agropecuárias em escala comercial.
- Proteção contra o fogo e outros agentes destruidores (caça, pesca, deposição de lixo, etc.).
- Facilitar e monitorar a regeneração natural da vegetação.
- Enriquecimento da floresta: os florestamentos deverão ser heterogêneos e conter, no mínimo, 50% de espécies nativas. As mudas devem ser produzidas em viveiro florestal, para implantação posterior. As mudas a serem implantadas devem medir aproximadamente 20 cm de altura, priorizando-se as áreas marginais aos cursos d'água e cabeceiras de erosão. O plantio deve ser planejado para o início da estação chuvosa.
- Identificação e manutenção de árvores porta-sementes.
- Proibição de qualquer tipo de mineração e locação de estradas.

b] Florestamento

- Controle de saueiros: esta prática deve preceder ao preparo do solo, visto que a aração e gradeamento do solo promovem a camuflagem dos saueiros, dificultando controles posteriores.
- Preparo do solo.
- Escolha das essências florestais.
- Seleção e instalação adequada do viveiro florestal. A locação do viveiro florestal deve ser feita próxima à fonte fornecedora de água, evitando, desse modo, incremento nos dispêndios financeiros com instalações de sistema de suprimento de água e no seu recalque. O viveiro, preferencialmente, deve se dispor no sentido norte-sul.

- Proteção contra fogo. Consiste no estabelecimento de aceiros à bordadura do talhão. As estradas ou carregadores são funcionais neste tratamento.
- Seleção da espécie e do espaçamento inicial.
- Plantio em contorno.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função da análise de solo e da espécie implantada.
- Práticas de manejo silvicultural: poda e desbaste. O padrão produtivo e qualitativo de um talhão florestal depende, dentre outros fatores, da condução deste tratamento. A prática da poda gera efeitos no desenvolvimento da árvore, na conformação do seu dossel e na qualidade final de sua madeira (controle dos nós). Nesta operação são consideradas as seguintes questões operacionais: idade da poda, número de podas, altura da poda e número de árvores a podar. O desbaste, por seu termo, objetiva – produção intermediária ao longo da vida da floresta; melhora o padrão da floresta remanescente pela retirada de árvores de menor porte e defeituosas; promove a abertura de espaço entre as árvores, diminuindo a competição, e assim, permitindo a retomada do crescimento; proteção ao ataque de pragas e doenças. As operações de poda e desbaste são função da espécie florestal e do regime de manejo adotado para o povoamento florestal.
- Locação e construção de estradas, segundo a curva de nível.
- Remoção dos produtos florestais, segundo a curva de nível.

Classe III

Subclasses IIIe,f – IIIe,n,f – IIIln,f,e – IIIlw,f,e – correspondem, respectivamente, as áreas dos seguintes solos: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia relevo plano e suavemente ondulado e Associação de ARGISSOLOS VERMELHOS AMARELO Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifólia relevo fortemente ondulado e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico. Associação de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico; Associação de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos; Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Recomendações:

Culturas anuais ou temporárias

- Adoção de sistema de preparo do solo de maneira a não promover a pulverização excessiva (cultivo mínimo, uso de escarificador, etc.), de forma a deixar todo o material

residual na superfície ou parcialmente incorporado ao solo. Não promover a queima de resíduos culturais.

- Plantio em nível ou em contorno, observando-se a manutenção da cobertura do solo, durante todo o tempo, com material residual. Este tratamento incorpora materiais orgânicos e nutrientes às plantas, promove melhorias na estrutura dos solos, aumenta a capacidade de manutenção da umidade, protege a terra contra o impacto direto das gotas de chuvas, reduz a perda de solo, água e fertilizante, proporciona melhorias na operação de maquinaria agrícola.
- Adubação verde ou orgânica.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função do solo e cultura.
- Promover a rotação de culturas. Incluir culturas que produzam alta quantidade de material residual.
- Terraços de base média em nível ou gradiente: função dos solos e chuvas. Este tratamento é importante, especialmente nas terras declivosas, visto que quebra o comprimento do declive, prevenindo a concentração de água, e transportando lentamente seu excesso. Serve como um marcador permanente para um plano de cultivo em fileira e cultivo em contorno, além de ajudar na manutenção da umidade do solo e empregar equipamento já disponível na maioria das propriedades rurais, como os de cultivo, construção e manutenção.
- Manutenção dos terraços
- Irrigação: para o caso específico da Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos, a prática e o controle da água do sistema de irrigação é recomendada visto que as referidas unidades de solos apresentam fortes limitações relacionadas à disponibilidade de água para promover o desenvolvimento das plantas.

Culturas permanentes

- Preparo do terreno de acordo com a cultura planeja
- Calagem: de acordo com as análises de solos e com o tipo de cultura cultivada.
- Fertilização: de acordo com as análises de solos, cultura cultivada e idade.
- Plantio em nível ou em contorno.
- Proceder ao manejo do mato das ruas utilizando o implemento roçadeira (manter as ervas daninhas na altura de 5 a 10 cm, evitando sua competição com a cultura).

- Sistema de terraços: base média ou cordões de contorno. Os cordões de contorno tende a segurar a enxurrada, previne a erosão e entupimento dos canais de terraços; reduz a perda de solo, água e fertilizante e proporciona melhor operação da maquinaria agrícola.
- Manutenção anual dos terraços.
- Tratos culturais e controle de pragas e doenças.
- Proteção contra fogo e outros agentes destruidores.

Pastagem

- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função do solo e capim. Estas práticas exigem análises atuais de solos. A aplicação de calcário é recomendada quando o pH está abaixo de 6,0. A aplicação completa de fertilizantes é feita na pastagem nova e também em pastos já estabelecidos, para os quais, as análises de solos denotam níveis muito baixos ou médio de fósforo e potássio. No caso específico do nitrogênio, sua aplicação é feita em pastagens jovens ou, perenes recentemente plantadas, para estimular o crescimento e, em pastos estabelecidos ou perenes, em que a presença de leguminosas é pequena ou inexistente. Não se deve aplicar nitrogênio a pastos permanentes que contem mais de 35% de leguminosas.
- Arar e repousar as áreas de pastagens: tratamento recomendado em pastos estabelecidos, onde as gramíneas presentes não são de espécies desejáveis ou o pasto remanescente é ralo, nestes casos o repouso da terra é o melhor método para a reforma do pasto, pode-se ainda, promover-se a rotação com culturas agrícolas. O período da rotação é fixado de acordo com a variedade da gramínea e das dimensões do campo.
- Cortar e borrifar o pasto novo ou perene para controle de ervas daninhas: prática recomendada para pastos novos e perenes, também recomendada em pastos perenes estabelecidos, nos quais, são encontradas ervas daninhas.
- Utilização e trato das pastagens de acordo com o tipo de exploração pecuária.
- Distribuição de animais, por unidade de área, observando-se sua capacidade de suporte forrageiro.
- Pastoreio rotacional.
- Melhoramento das aguadas.
- Controle de pragas e doenças.
- Instalação de local para distribuição de sal mineral e suplemento alimentício para o gado. Do mesmo modo, deve-se estabelecer bebedouros, quando houver indisponibilidade de água no pasto.

- Conservação da pastagem excedente.
- Controle do fogo.

Floresta

a] Nativas

- Interdição ao gado e de quaisquer outras atividades agropecuárias em escala comercial.
- Proteção contra o fogo e outros agentes destruidores (caça, pesca, deposição de lixo, etc.).
- Facilitar e monitorar a regeneração natural da vegetação.
- Enriquecimento da floresta: os florestamentos deverão ser heterogêneos e conter, no mínimo, 50% de espécies nativas. As mudas devem ser produzidas em viveiro florestal, para implantação posterior. As mudas a serem implantadas devem medir aproximadamente 20 cm de altura, priorizando-se as áreas marginais aos cursos d'água e cabeceiras de erosão. O plantio deve ser planejado para o início da estação chuvosa.
- Identificação e manutenção de árvores porta-sementes.
- Proibição de qualquer tipo de mineração e locação de estradas.
- Locação e construção de canais divergentes.

b] Florestamento

- Controle de saueiros: esta prática deve preceder ao preparo do solo, visto que a aração e gradeamento do solo promovem a camuflagem dos saueiros, dificultando controles posteriores.
- Preparo do solo.
- Escolha das essências florestais.
- Seleção e instalação adequada do viveiro florestal. A locação do viveiro florestal deve ser feita próxima à fonte fornecedora de água, evitando, desse modo, incremento nos dispêndios financeiros com instalações de sistema de suprimento de água e no seu recalque. O viveiro, preferencialmente, deve se dispor no sentido norte-sul.
- Proteção contra fogo. Consiste no estabelecimento de aceiros à bordadura do talhão. As estradas ou carreadores são funcionais neste tratamento.
- Seleção da espécie e do espaçamento inicial.
- Plantio em contorno.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função da análise de solo e da espécie implantada.

- Práticas de manejo silvicultural: poda e desbaste. O padrão produtivo e qualitativo de um talhão florestal depende, dentre outros fatores, da condução deste tratamento. A prática da poda gera efeitos no desenvolvimento da árvore, na conformação do seu dossel e na qualidade final de sua madeira (controle dos nós). Nesta operação são consideradas as seguintes questões operacionais – idade da poda, número de podas, altura da poda e número de árvores a podar. O desbaste, por seu termo, objetiva – produção intermediária ao longo da vida da floresta; melhora o padrão da floresta remanescente pela retirada de árvores de menor porte e defeituosas; promove a abertura de espaço entre as árvores, diminuindo a competição, e assim, permitindo a retomada do crescimento; diminui o estresse das árvores, como forma de proteção ao ataque de pragas e doenças. As operações de poda e desbaste são função da espécie florestal e do regime de manejo adotado para o povoamento florestal.
- Locação e construção de estradas, segundo a curva de nível.
- Remoção dos produtos florestais, segundo a curva de nível.

Refúgio para fauna silvestre:

- Provê meio para conservar e usar áreas improdutivas ou cantos de uma propriedade.
- Fomenta comida e proteção, incrementando a fauna silvestre.
- Faz uso satisfatório de maquinaria pesada em áreas mais apropriadas.

Classe IV

Subclasses IVe,w, f; IVw,n,f; IVe,f; IVe,n,f - correspondem, respectivamente, às áreas dos seguintes solos: Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos; Associação NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abrupto fragipânico e ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Órticos; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia relevo plano e suavemente ondulado; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos, fase floresta subcaducifólia, relevo fortemente ondulado; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abrupto fragipânico; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abrupto, plântico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos.

Recomendações:

Culturas anuais ou temporárias

- Ocasionalmente, em rotações com culturas perenes e pastagens (seguir recomendações culturais da Classe III).

Culturas Permanentes

- Preparo do terreno de acordo com a cultura (cova e sulcos).
- Plantio e cultivos em nível ou contorno.
- Evitar a queima dos resíduos das culturas: incorporar ao subsolo permitindo a ampliação do tempo de decomposição, ou deixar na superfície. Esta ação além de incorporar nutrientes ao solo, economiza tempo e energia; aumenta a capacidade de manutenção da umidade dos solos, especialmente nos NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS e melhorar a trabalhabilidade dos solos que tendem a se estancar.
- Controle do mato durante o período chuvoso: roçar.
- Aplicação de calcário: de acordo com as análises de solos e com o tipo de cultura cultivada.
- Fertilização: de acordo com as análises de solos, cultura cultivada e idade.
- Sistemas de terraços: base média ou cordões em contorno, em função solo e da chuva.
- Manutenção anual dos terraços.
- Tratos culturais: controle de pragas e doenças.
- Proteção contra fogo e outros agentes destruidores.

Pastagens

- Rotação dos pastos com culturas.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função das análises de solos e espécies.
- Arar e repousar as áreas de pastagens: tratamento recomendado em pastos estabelecidos, onde as gramíneas presentes não são de espécies desejáveis ou o pasto remanescente é ralo, nestes casos o repouso da terra é o melhor método para a reforma do pasto, pode-se ainda, promover-se à rotação com culturas agrícolas. O período da rotação é fixado de acordo com a variedade da gramínea e das dimensões do campo.
- Cortar e borrifar o pasto novo ou perene para controle de ervas daninhas: prática recomendada para pastos novos e perenes, também recomendada em pastos perenes estabelecidos, nos quais, são encontradas ervas daninhas.
- Utilização e trato das pastagens de acordo com o tipo de exploração pecuária.
- Distribuição de animais, por unidade de área, observando-se sua capacidade de suporte forrageiro.
- Conservação dos pastos excedentes.

- Pastoreio rotacional.
- Controle de pragas e doenças.
- Controle do fogo.
- Melhoramento das aguadas.
- Instalação de local para distribuição de sal mineral e suplemento alimentício para o gado. Do mesmo modo, deve-se estabelecer bebedouros, quando houver indisponibilidade de água no pasto.
- Sulcos de retenção
- Fenação e capineira.

Floresta

- Idem a este item na Classe III.

Refúgio para fauna silvestre

- Idem a este item na Classe III.

Classe V

Subclasses Vd,z; Vd,n,a,f - correspondem, respectivamente, às áreas dos seguintes solos: NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos típicos; Associação ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Óticos típicos e NEOSSOLOS QUARTZÊNICOS Óticos típicos.

Recomendações:

Pastagem

- Preparo do solo.
- Implantação de sistema de drenagem: a drenagem é recomendada em todas as classes de terras com subclasse “d”, usadas para cultivos agrícolas ou pastagem. A adoção deste tratamento remove a água em excesso, assim o ar pode ocupar este espaço no solo, permitirá que as sementes germinem mais rapidamente, reduz a possibilidade das plantas sofrerem inundações após as chuvas, torna possível os tratos culturais, provê um rendimento maior e mais uniforme da colheita, visto que esta não sofre redução em função da umidade, e melhora a resistência à seca de verão, uma vez que as raízes penetram mais profundamente em uma terra drenada.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função da análise de solo e da espécie implantada.
- Utilização e trato das pastagens de acordo com o terreno e tipo de exploração pecuária.

- Pastoreio rotacional.
- Controle do fogo.
- Controle de pragas e doenças
- Instalação de local para distribuição de sal mineral e suplemento alimentício para o gado. Do mesmo modo, deve-se estabelecer bebedouros, quando houver indisponibilidade de água no pasto.
- Dotação adequada de animais por unidade de área
- Arar e repousar as áreas de pastagens: tratamento recomendado em pastos estabelecidos, onde as gramíneas presentes não são de espécies desejáveis ou o pasto remanescente é ralo, nestes casos o repouso da terra é o melhor método para a reforma do pasto, pode-se ainda, promover-se à rotação com culturas agrícolas. O período da rotação é fixado de acordo com a variedade da gramínea e das dimensões do campo.
- Conservação dos pastos excedentes
- Fenação, capineira.

Floresta

- Idem a este item na Classe III.

Refúgio para fauna silvestre

- Idem a este item na Classe III.

Classe VI

Subclasses Vle.f; Vle.n.f; Vle.w.f - correspondem respectivamente, às terras dos seguintes solos: ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suavemente ondulado; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos, fase floresta subcaducifólia relevo suavemente ondulado; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO abruptico fragipânico, fase floresta subcaducifólia, relevo plano; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico fragipânico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, fase transição floresta subcaducifólia /cerrado, relevo plano; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abruptico plântico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos, fase pedregosa e rochosa, fase floresta subcaducifólia relevo ondulado e fortemente ondulado e campos antrópicos, relevo suavemente ondulado; Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Recomendações:

Pastagem

- Cuidados especiais no preparo do solo.
- Aplicação de corretivos e fertilizantes: função da análise de solo e da espécie implantada.
- Sulcos de retenção.
- Controle de voçorocas.
- Uso moderado da pastagem
- Utilização e trato das pastagens de acordo com o terreno e tipo de exploração pecuária.
- Arar e repousar as áreas de pastagens: tratamento recomendado em pastos estabelecidos, onde as gramíneas presentes não são de espécies desejáveis ou o pasto remanescente é ralo, nestes casos o repouso da terra é o melhor método para a reforma do pasto, pode-se ainda, promover-se à rotação com culturas agrícolas. O período da rotação é fixado de acordo com a variedade da gramínea e das dimensões do campo.
- Pastoreio rotacional.
- Controle do fogo, ervas daninhas, pragas e doenças.
- Distribuição de animais, por unidade de área, observando-se sua capacidade de suporte forrageiro.
- Conservação dos pastos excedentes
- Melhoramento das aguadas
- Instalação de local para distribuição de sal mineral e suplemento alimentício para o gado. Do mesmo modo, deve-se estabelecer bebedouros, quando houver indisponibilidade de água no pasto.

Floresta

- Idem a este item na Classe III.

Refúgio da fauna silvestre

- Idem a este item na Classe III.

Classe VII

Subclasses VIIe.f; VIIe.n.f; VIIe.w.f - correspondem, respectivamente, às terras dos seguintes solos: Associação ARGISSOLOS VERMELHO AMARELO Eutrófico típico e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos típicos; Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico

abúptico, plíntico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos; Associação LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Planossólicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.

Recomendações:

Pastagem

- Uso limitado de pastagem.
- Idem a este item na Classe VI

Floresta

- Idem a este item na Classe III.

Refúgio da fauna silvestre

- Idem a este item na Classe III.

Classe VIII

Esta classe de capacidade de uso não apresenta subclasses, corresponde a seguinte classe de solo – Associação ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico abúptico plíntico e NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos.

Recomendações

Terras impróprias para serem utilizadas com qualquer tipo de cultivo, inclusive o de florestas comerciais ou para produção de qualquer outra forma de vegetação permanente de valor econômico. As recomendações são as seguintes:

- Refúgio silvestre, para abrigo da fauna e preservação da flora.
- Recreação e turismo.
- Armazenamento de água em barragens.

5. CONCLUSÕES

- Os resultados alcançados com o emprego da Equação Universal de Perda de Solo - EUPS, na predição de perda de solo da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, demonstraram ser extremamente satisfatórios. A baixa expectativa de ocorrência de processos erosivos, com predominância da classe de perda “Muito Baixa”, com perda menor que 5 t/ha/ano, correspondendo a 93,4% da área estudada ou 6531,1 ha, corroborado com o fato de que o risco atual de degradação das terras é muito baixo em 92,9% das terras da microbacia, o que corresponde a 6494,1 ha essas condições são justificadas ou decorrentes dos tipos de usos existentes e terras que estão associadas predominantemente a relevos plano e suave ondulado. As categorias de usos da terra existentes na microbacia contribuem para a baixa perda de solo, especialmente naquelas áreas onde as características físicas do solo apontam para um incremento de perda. Verifica-se que ao intervalo das menores taxas de perda de solo estão associadas predominantemente as categorias mata, cerrado, cana-de-açúcar e pasto, totalizando no conjunto, 88,4% na ocupação das terras. Em contraposição, as maiores taxas de risco de degradação (1,5% da área), terras incluídas nas classes alta e muito alta, se relacionam predominantemente com a categoria de uso correspondente a “culturas temporárias”.
- O diagnóstico de uso das terras elaborado a partir da classificação da área de estudo no Sistema de Capacidade de Uso das Terras (LEPSCH et al., 1983), revelou que 57,7% de suas terras estão incluídas no Grupo das terras cultiváveis, ou seja, adequadas para uso com lavouras (identificadas às classes II, III e IV). Com indicação de uso de atividades menos intensivas (pastagem e/ou florestamento e/ou vida silvestre) o percentual de terras identificadas foi de 37,6%. Como áreas de preservação de fauna e flora, por restrição por solo e relevo, foram indicadas 1,7% das terras da microbacia estudada.
- Quanto à adequação do uso, segundo o uso atual das terras nas subclasses de capacidade de uso identificadas, constata-se que 61,9% da área, o que equivale a 4320,2 ha estão sendo utilizados adequadamente. Para a classe de uso inadequado, o percentual foi de 20,4%, ou seja, 1427,8 ha, o que indica o uso atual acima da oferta ambiental avaliada (sobreutilizados). As áreas de preservação, representadas pelas seguintes categorias: mata, capoeira e vegetação de várzea, correspondem a 14,9% da microbacia, ou seja, 1042 ha.
- A aplicação dos diagnósticos básicos para microbacia (físico-conservacionista, sócio-econômico e ambiental), revelou uma degradação de ambiência de 34,4% das terras da área de estudo, correspondendo a 2406,26 ha. É notória a influência do aspecto econômico na degradação final da microbacia, com uma média de 61,3%. Isto se deve ao fato de que a comunidade que interage diretamente na microbacia e constituída de agricultores familiares,

uma população pouco instruída, com renda baixa, com condições de moradia e alimentação extremamente deficitárias.

- O diagnóstico físico-conservacionista revelou dois compartimentos com aptidão potencial de suas terras para agricultura (compartimentos um e três) e o compartimento dois com aptidão para o florestamento. Outro dado relevante é que o percentual de cobertura florestal é preponderante na definição da degradação do compartimento. A lógica deste diagnóstico indica que compartimentos com percentual de cobertura florestal igual ou superior ao predefinido no método de estudo (25% para a área estudada), conduzem a baixos índices de degradação física das terras. Com o cruzamento do compartimento dois com as classes de capacidade de uso das terras, verificou-se uma proximidade nos dados apresentados com aqueles obtidos no sistema de classificação da capacidade de uso, 46,4% das terras estão distribuídas nas classes de capacidade de uso VI, VII e VIII, próprias para pastagem e/ou florestamento e para proteção e abrigo da flora e fauna silvestres, como ambiente para atividades de recreação e educação ambiental, ou para fins de armazenamento de água, ressalte-se que o compartimento dois foi classificado na Classe D, com terras próprias para florestamento.
- O diagnóstico ambiental apresentou para os três compartimentos, um índice de degradação ambiental de 4,8%. Estes dados de degradação revelam práticas agrícolas pouco impactantes dos agricultores familiares, que cultivam pequenas glebas com culturas de subsistência, geralmente em terrenos planos, sem emprego de maquinaria agrícola, adubação mineral e defensivos agrícolas. Por outro lado, a metodologia por considerar a maior frequência (moda) dos pesos atribuídos a um dado indicador ambiental, portanto, sem a devida ponderação qualitativa dos agentes transformadores do meio, sugere-se que este diagnóstico, para a estrutura agrária da microbacia estudada, composta por duas empresas agrícolas circundadas por mais de uma centena de posseiros, pode resultar numa degradação ambiental subestimada.

Os resultados obtidos demonstraram que a Microbacia Hidrográfica do Riacho Una um ambiente com boas qualidades agroambientais, caracterizadas pela baixas expectativas de processos erosivos e a indicação de aproximadamente 60% de terras aptas para uso agrícola. Outrossim, ressalta-se a necessidade de se implementar ações alternativas de produção, que considere os interesses da comunidade que interage diretamente na microbacia, objetivando garantir a sustentabilidade ambiental com melhoria na renda para as unidades familiares produtivas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.; ORSOLON, A.; MEDEIROS, A.; MARCONDES, D.; AMARAL, F. do; PEREIRA, S.R.B.; MARQUES, T. **Planejamento ambiental: caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum**. Rio de Janeiro, Thex editora, 1993. 176p.
- ARRUDA, F. B.; ZULLO JR., J.; OLIVEIRA, J. B. de. Parâmetros de solo para o cálculo da água disponível com base na textura do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 25:103-111, 2001.
- ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALIÉRI, A. Sistema de informações geográficas na avaliação de terra para agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.) **Sistema de Informações Geográficas**. 2ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 1998. 434p.
- BERTONI, J.; PASTAVA, F.I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI Jr., R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônômico**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1972. 56 p. (circular no. 20).
- BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3.Ed. São Paulo: Ícone,1993. 355p.
- CARMO, M. S. Resenha de livro: Nosso futuro comum (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e desenvolvimento). In: Reforma Agrária – Seção de Livros e Publicações (p. 100), 1990. (dez/1989 a mar/1990).
- CARVALHO, M. G. R. F. de. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. João Pessoa: Editora Universitária, UFPB, 1982. 72 p.
- CAVALIÉRI, A. Estimativa da adequação de uso das terras na quadrícula de Moji Mirim (SP) utilizando diferentes métodos. 112p. Tese (Doutorado em Água e Solo) – Faculdade de Engenharia agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1998.
- CHAVES, H. M. L. Adaptação do modelo WEPP para as condições brasileiras, In: Pereira, V. P. de., Ferreira, M. E, e Cruz, M. C. P. da. **Solos altamente susceptíveis à erosão**. Jaboticabal: FCAV - UNESP/SBCS, 1994. 213-221.
- CHAVES, H.M.L. (1995) **Modelagem matemática da erosão hídrica: passado, presente e futuro**. sd., mimeografado.
- CHAVES, I.B. & DINIZ, E.J. Erosividade de chuvas no Estado da Paraíba. In: **Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo**, 3, Recife: 1980. Anais, Recife, 136 – 147.
- CRÓSTA, Á. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992. 170P.
- DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, F. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas. Campinas: **Documentos IAC**, 1992. 29p.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows**, versão 2– Manual do usuário.(Eds.) HASENACK, H.; WEBER E. Centro de Recursos Idrisi, Porto Alegre, 1998.
- ELLISON, W.D. Soil erosion studies part I. **Agricultural Engineering**, v. 28, n.4, 1947.145-146.

- EMBRAPA – CNPS. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa – SPI, 1999. 412p.
- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S.; EPIPHANIO, J.C.N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, 16:249-256, 1992.
- FREITAS, P.L. & KER, J. C. As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**, 1996.
- GIBOSHI, M. L. Desenvolvimento de um sistema especialista para determinar a capacidade de uso da terra. 77p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Produção Agropecuária) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 1999.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. New York, Cornell University press, 1971. 302p.
- IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe-Paranapanema**. São Paulo, 6v. (IPT, Relatório N^o. 24.739), 1986.
- LAGROTTI, C. A. A. **Planejamento agroambiental do município de Santo Antônio do Jardim – SP**: estudo de caso na microbacia hidrográfica do córrego do jardim. 124p. Tese (Doutorado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**, 3.ed. Campinas: SBCS, 1996. 84p.
- LEPRUN, J.C. **A erosão, a conservação e o manejo do solo no nordeste do Brasil: balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisa**. Recife, SUDENE, Departamento de Recursos Naturais, 1981. 105 p. (Brasil, SUDENE, Recursos de Solo, 15).
- LEPRUN, J.C; SILVA, F.B.R. e. Avaliação das perdas de solo e água por erosão no Nordeste semi-árido. In: **Projeto Áridas, GT-I-Recursos Naturais e Meio Ambiente** (Vol. 1.2) condições do uso e perspectivas de uso sustentável dos geoambientes do semi-árido), Seplan/PR. 1994.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4^a aproximação, Campinas: SBCS, 1983. 175p.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4^a aproximação, 2. imp. Revisada Campinas: SBCS, 1991. 175p.
- LIMA, E. R. V. **Análise espacial de indicadores da erosão do solo através de técnicas estatísticas e de geoprocessamento com apoio do modelo EUPS**. 296p. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP. 2000. 296p. **Tese (Instituto de Geociências e Ciências Exatas) - UNESP**.
- LOMBARDI NETO, F.; ROCHA, J.V.; BACELLAR, A.A.A. Planejamento agroambiental da microbacia

- hidrográfica do Ribeirão cachoeirinha - Município de Itacemápolis/SP, utilizando um sistema de de informação geográfica. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, 5., 1995, Bauru, Anais..., São Paulo, ABGE-IPT,D. 257-259.
- MACEDO, R. K. A importância da avaliação ambiental. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo, 1: 13 - 31. 1995.
- MAGUIRRE, D.J.; GOODCHILD, F.M.; RHIND, D.W. **Geographical Information Systems. Principles and Applications**. (Vol. 1), Londres: Longman Group. 1991.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MARQUES, J. Q. de A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra** 3ª aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433p.
- MEADOWS, D. et alli. **Limites do crescimento**. Um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. 2ª ed. Rio de Janeiro. 1978.
- MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200p.
- NORTON, L. D.; LAFLEN, J. M. New models for predicting soil erosion by water. In: CASTRO FILHO, C. de.; MUZILLI, O. **Manejo integrado de solos em bacias hidrográficas**. Londrina-PR: SBCS, 1996. 312p.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1989. 308p.
- OLIVEIRA, J. B. de; BERG, M. van den. **Aptidão agrícola das terras do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras. II. Memorial descritivo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1985. 60p. (Boletim Técnico, 102).
- PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica** 122p. Tese (Doutorado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- PINTO, S.A.F. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização da erosão do solo no SW do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE, São José dos campos, (INPE-2694-TDL/128), 1983.
- PINTO, S.A.F. **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos**. 134p. Tese (Doutorado), USP. 1991.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. . Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- REIS, J.G. Análise das políticas de conservação do solo para o semi-árido. In: **Projeto Áridas, GT-I-Recursos Naturais e Meio Ambiente** (Vol. 1.2 condições do uso e perspectivas de uso sustentável dos geoambientes do semi-árido), Seplan/PR. 1994.
- RESENDE, M. & ALMEIDA, J. R, de. Modelos de predição de perda de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 1985. 11 (128): 38-54.
- ROCHA, J.V.; LOMBARDI NETO, F.; BACELLAR, A.A.A. Cálculo do fator comprimento

- de rampa (L): uma metodologia para uso em sistema de informação geográfica. In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Anais. Bauru, p.421-422. 1995.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria, RS., I. Universitária. 1991. 181p.
- _____. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria, RS. I. Universitária. 1997. 423p.
- SAMPAIO, J. B. M. de. **Levantamento de Reconhecimento Semidetalhado de Solos de Sapé, Mari e parte de Mamanguape, Mulungu e Caldas Brandão – Estado da Paraíba**. Recife, SUDENE – Div. Documentação, 1973. 141 p.
- SANTOS, R.S. **Gerenciamento ambiental**. Campinas, SP: UNICAMP, 1998. Mimeografado.
- SHAXSON, T. F. Produção e proteção integradas em microbacias. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; FREITAS, S.S. (eds). **A responsabilidade social da ciência do solo**. 1988, 525p.
- TOLEDO, P. E. N. De. Impacto ambiental e análise econômica de medidas mitigadoras: o caso da microbacia hidrográfica do córrego São Joaquim, Pirassununga (SP). 142p. Tese (Doutorado em Ciências – economia aplicada) – escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade De São Paulo, 1997.
- VALENZUELA, C.R.; BAUMGARDNER, M.F. & PHILLIPS, T.L. Soils an important component in a digital geographic information system. In: **International Symposium on Remote Sensing for Resources Development and Environment Management**, 7., Enshede, Hetherlnds, Aug. 25-29, 1986. Proceedings, Rotterdam, A.A. Balkema, 939-45.
- VALERIANO, M. de M. **Estimativa de variáveis topográficas por geoprocessamento para modelagem de perda de solos**. 146p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio ambiente) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1999.
- VALÉRIO FILHO, M. Modelagem e técnicas de sensoriamento remoto aplicadas a estudos de erosão. In: PEREIRA, V. de P.; FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P (eds.) **Solos altamente susceptíveis à erosão**. Jaboticabal, FCAV-UNESP/SBCS. 1994. p. 223-242.
- _____. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicação de técnicas de geoprocessamento In: TAU-K-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S. T. **Análise ambiental – estratégias e ações**. São Paulo: CEA/UNESP, Rio Claro-SP, 1995. 381p.
- WEILL, M. A. M. **Metodologias de avaliação de terras para fins agrícolas**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 52: 127-160, 1990.
- WESTEMAN, W. E. **Ecology impact assessment, and envirommental planning**. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- WISHMEIER, W.H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. **Soil erodibility nomograph for farmland and construction site**. Journal of soil and water conservation, 26: (5) p. 189, 1971.
- WISHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

ANEXO 1: Caderno de fotos



Foto 1 - Área com cobertura florestal – categoria de uso da terra: mata.



Foto 2 – Área com cobertura florestal – categoria de uso da terra: capoeira



Foto 3 – Área com uso agrícola – categoria de uso da terra: cana-de-açúcar.



Foto 4 – Área com uso agrícola – categoria de uso da terra: culturas temporárias.



Foto 5 – Área ocupada com a categoria de uso da terra: pasto.



Foto 6 – Aplicação dos questionários relativos aos diagnósticos sócio-econômico e ambiental.



Foto 7 – Estrada rural degradada por erosão hídrica.

ANEXO 2: Atualização da Nomenclatura de Solos

UC*	Classificação Taxonômica (1998 e anteriores)	UC	Classificação atualizada – EMBRAPA – CNPS (1999).	Fases de Solos
PV1	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO com A proeminente abrupto com fragipan textura argilosa fase floresta subcaducifolia relevo plano.	PVAd	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS abruptos fragipânicos.	Fase floresta subcaducifolia relevo plano.
PV3	Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO com A fraco abrupto com fragipan textura média e/ou argilosa fase transição floresta subcaducifolia/cerrado relevo plano e AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase transição floresta subcaducifolia/cerrado relevo plano	PVAd + RQo	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos abruptos fragipânicos + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos.	Fase transição floresta subcaducifolia/cerrado relevo plano.
PV7	Associação de PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrupto plântico textura argilosa fase pedregosa e rochosa floresta subcaducifolia relevo ondulado e fortemente ondulado AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase campos antrópicos relevo suavemente ondulado	PVAd + RQo	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos abruptos plânticos + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos.	Fase pedregosa e rochosa floresta subcaducifolia relevo ondulado e fortemente ondulado e campos antrópicos relevo suavemente ondulado.
PE1	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO textura argilosa fase floresta subcaducifolia relevo plano e suavemente ondulado.	PVAe	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Eutróficos típicos.	Fase floresta subcaducifolia relevo plano e suavemente ondulado
PE4	Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO textura argilosa fase floresta subcaducifolia relevo fortemente ondulado e ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura argilosa fase floresta subcaducifolia relevo fortemente ondulado e ondulado	PVAe + RLe	ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Eutróficos típicos + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.	Fase floresta subcaducifolia relevo fortemente ondulado.
HP	Associação de PODZOL HIDROMÓRFICO fase cerrado relevo plano e AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase cerrado relevo plano	Eko + RQo	ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Óticos típicos + NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos.	Fase cerrado relevo plano.
Aqd1	Associação de AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase cerrado relevo plano e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO com fragipan textura média e ou argilosa fase transição floresta subcaducifolia/cerrado relevo plano e PODZOL HIDROMÓRFICO fase cerrado relevo plano.	RQo + Pvad + EKo	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Óticos típicos + PVAd – ARGISSOLOS VERMELHOS AMARELO Distróficos abruptos fragipânicos + ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Óticos.	Fase cerrado relevo plano e com transição de floresta subcaducifolia.
NC1	Associação de BRUNO NÃO CÁLCICO planossólico fase floresta caducifolia relevo suavemente ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura média fase floresta caducifolia relevo ondulado.	Tco + RLe	LUVISSOLOS CRÔMICOS Óticos planossólico + NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos.	Fase floresta caducifolia relevo suavemente ondulado e ondulado.
Ae	SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase campos de várzea relevo plano	RUve	NEOSSOLOS FLÚVICOS Ta Eutróficos Típicos.	Fase campos de várzea relevo plano.

* Unidade Cartográfica.

**ANEXO 3: Precipitação pluviométrica do posto de sapé no período de
1961/1991.**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1961	128,50	50,50	122,00	174,00	123,50	48,00	95,50	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	762,00
1962	**	45,00	54,70	90,50	158,50	54,00	41,00	20,00	59,00	0,00	0,00	33,40	**556,10
1963	10,40	0,00	132,90	208,50	63,20	63,70	46,80	35,60	11,50	0,00	17,00	0,00	589,60
1964	107,20	212,00	150,30	231,70	135,00	273,60	169,00	46,00	46,50	0,00	0,00	16,00	1.371,30
1965	84,50	38,00	0,00	311,40	104,50	346,50	14,00	58,50	27,50	0,00	0,00	16,00	1.000,90
1966	40,00	99,50	50,00	32,80	88,90	156,60	357,70	63,00	57,40	0,00	28,50	14,50	988,90
1967	0,00	0,00	58,00	116,00	77,50	160,80	83,50	31,20	0,00	0,00	0,00	28,40	555,40
1968	139,50	43,90	101,30	57,90	142,50	39,20	68,90	0,00	0,00	0,00	0,00	39,50	632,70
1969	0,00	0,00	**	**	**	**	**	0,00	13,20	0,00	0,00	0,00	**13,20
1970	18,00	11,60	133,40	292,80	66,70	85,20	148,50	336,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1.092,50
1971	10,00	45,00	22,60	64,00	187,00	57,80	77,70	123,70	45,40	75,90	67,20	**	**776,30
1972	12,00	15,40	13,10	180,90	158,50	120,40	34,60	152,00	98,60	0,00	0,00	35,60	821,10
1973	61,00	42,00	99,00	129,00	124,00	138,00	175,00	24,00	60,00	69,20	0,00	24,00	945,20
1974	123,70	102,40	227,80	302,40	118,80	116,90	170,00	22,40	104,00	0,00	0,00	19,10	1.307,50
1975	0,00	28,40	35,20	0,00	41,60	121,20	249,40	67,40	35,40	0,00	0,00	86,20	664,80
1976	0,00	90,50	235,40	115,00	199,00	38,70	209,30	0,00	0,00	0,00	10,30	19,30	917,50
1977	40,50	87,10	0,00	144,70	174,40	216,60	182,10	34,40	14,50	0,00	0,00	0,00	894,30
1978	0,00	32,80	110,50	289,50	178,00	133,20	311,30	38,00	126,10	16,20	21,20	25,60	1.282,40
1979	38,10	99,70	71,20	62,60	143,50	99,20	139,50	35,50	117,30	0,00	28,50	0,00	835,10
1980	21,50	95,50	119,20	93,20	68,30	144,10	41,20	10,50	0,00	0,00	0,00	11,50	605,00
1981	49,10	84,30	162,10	27,90	107,60	66,50	33,10	0,00	57,90	0,00	22,30	117,70	728,50
1982	12,30	141,30	36,10	0,00	97,00	119,60	14,40	47,90	110,70	0,00	0,00	12,50	591,80
1983	16,90	48,30	93,10	11,20	67,10	75,90	23,90	87,10	0,00	0,00	0,00	0,00	423,50
1984	33,50	10,50	48,10	216,20	250,50	51,70	113,30	119,60	0,00	0,00	33,50	0,00	876,90
1985	97,50	115,60	499,90	114,00	97,70	301,50	256,40	94,50	35,20	0,00	0,00	12,50	1.624,80
1986	12,80	90,00	194,10	199,20	88,70	202,50	141,70	130,40	122,30	39,80	82,50	11,60	1.315,60
1987	0,00	126,60	142,40	170,30	11,90	178,70	222,80	32,20	0,00	0,00	0,00	0,00	884,90
1988	16,40	0,00	303,90	58,70	144,60	94,20	111,60	72,50	0,00	0,00	14,20	35,00	851,10
1989	97,70	37,00	22,10	318,20	114,50	84,20	90,90	83,20	0,00	0,00	0,00	43,90	891,70
1990	0,00	0,00	**	192,90	115,20	51,90	203,40	125,50	23,70	0,00	0,00	0,00	**712,60
1991	0,00	80,20	154,20	36,30	135,00	53,30	52,20	57,10	0,00	48,00	0,00	0,00	616,30
MÉDIA	39,04	60,42	116,99	141,39	119,44	123,12	129,29	62,85	38,26	8,04	10,49	19,54	891,53

(**) Falha registrada na coleta de dados.

Fonte: Obtido da Rede Meteorológica da SUDENE através do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMRS-PB/CCT/UFCG).

ANEXO 4: Tabelas de Critérios (Graus de limitação)

1. Graus de limitação por deficiência de fertilidade: n, a, f

a) Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes: n

Graus de limitação referentes à disponibilidade de nutrientes.

Saturação por Bases (V%)	Capacidade de Troca de Cátions (CTC, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).		
	> 5	3 – 5	2 – 3
	Graus de limitação		
50 – 100	0	1	2
25 – 50	1	2	2
10 – 25	3	3	4
0 – 10	4	4	4

Fonte: OLIVEIRA e BERG (1985).

Graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras que possuem elevadas reservas de nutrientes (constituídas por solos eutróficos), que apresentam pelo menos até 80 cm de profundidade, uma saturação por bases (V%) superior a 50%, conjugada a uma capacidade de troca de cátions (CTC) superior a 5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Praticamente não respondem à adubação e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos.
- **1: Ligeiro** – terras com boa reserva de nutrientes, devendo apresentar pelo menos até 50 cm de profundidade, uma saturação por bases (V%) maior que 50% (solos eutróficos), quando associada à moderada CTC (3-5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Ou, saturação por bases variando entre 25 a 50%, quando associada à CTC mais elevadas (>5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Essas terras têm a capacidade de manter boas colheitas durante vários anos, com pequena exigência de fertilizantes para manutenção de seu estado de produção.
- **2: Moderado** – terras com limitadas reservas de nutrientes (solos distróficos), que apresentam pelo menos até 50 cm de profundidade uma saturação por bases variando entre 25 a 100%, quando associada a valores de CTC de 2-3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Ou, com saturação por bases variando somente entre 25 a 50%, quando conjugada com valores de CTC de 3-5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Terras que nos primeiros anos de utilização permitem bons rendimentos, seguindo-se um rápido declínio na produção.
- **3: Forte** – terras com reservas de nutrientes muito limitadas (solos distróficos), que apresentam saturação por bases entre 10 e 25% até pelo menos 50 cm de profundidade, mesmo que associada a valores de CTC 3-5 ou 5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.
- **4: Muito Forte** – terras extremamente pobres em nutrientes (distróficos), que apresentam saturação por bases muito baixas (<10%) até pelo menos 50 cm de profundidade, ainda que

associada a valores de CTC superiores a $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; ou com V% entre 10 e 25% e CTC de 2-3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

b) Graus de limitação referentes à toxicidade por alumínio: a

Saturação por Alumínio (m%)	Capacidade de Troca de Cátions (CTC, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).	
	5 – 10	1 - 5
	Graus de limitação	
0 – 10	0	0
10 – 30	1	1
30 – 50	2	1
50 – 70	3	2
70 – 100	4	3

Fonte: OLIVEIRA e BERG (1985).

Graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras não álicas, com saturação por alumínio inferior a 10% na camada arável, conjugado com capacidade de troca catiônica (CTC) de até $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.
- **1: Ligeiro** – terras não álicas, com saturação por alumínio variando de 30 a 50%, quando associadas à baixa CTC ($1-5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), ou com saturação por alumínio variando de 10 a 30%, quando a CTC assume valores mais elevados ($5-10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).
- **2: Moderado** – terras não álicas, com saturação por alumínio variando de 30 a 50%, quando associadas a CTC de $5-10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Ou, terras álicas com saturação de alumínio variando entre 50 e 70%, porém deve estar conjugada com baixos valores de CTC ($1-5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).
- **3: Forte** – terras álicas, com saturação por alumínio variando entre 50 e 70 %, associada à CTC com valores mais elevados ($5-10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Ou, terras álicas com elevada saturação por alumínio, variando entre 70 a 100%, mas associadas a valores mais baixos de CTC ($1-5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$).
- **4: Muito Forte** – terras álicas, com elevada saturação por alumínio (70-100%), associada a CTC com valores variando de 5 a $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

c) Graus de limitação referentes à fixação de fósforo: f

Graus de limitação	Fósforo disponível (PO_4^{mm}) (ppm)	
	Solos argilosos	Solos franco-argilosos a arenosos
0: Nulo	> 12	> 30
1: Ligeiro	8 - 12	20 - 30
2: Moderado	4 - 8	10 - 20
3: Forte	2 - 4	5 - 10
4: Muito Forte	< 2	< 5

Fonte: MARQUES (1971).

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras que apresentam valores de fósforo assimilável maiores que 12 ppm para solos argilosos e maiores que 30 ppm para solos cujas texturas variam de franco-argilosos a arenosos.
- **1: Ligeiro** – terras com valores de fósforo assimilável compreendidos entre 8 a 12 ppm para solos argilosos e de 20 a 30 ppm para solos franco-argilosos a arenosos.
- **2: Moderado** – terras cuja disponibilidade de fósforo está compreendida entre 4 a 8 ppm para solos argilosos e de 10 a 20 ppm para solos de textura franco-argilosos a arenosos.
- **3: Forte** – terras que apresentam valores de fósforo assimilável compreendidos entre 2 a 4 ppm para solos argilosos e de 5 a 10 ppm para solos franco-argilosos a arenosos.
- **4: Muito Forte** – terras com valores de fósforo assimilável menores que 2 ppm para solos argilosos e menores que 5 ppm para solos cujas texturas variam de franco-argilosos a arenosos.

2. Graus de limitação por deficiência de água: w

Graus de limitação referentes à água disponível (profundidade = 40cm)

% Silte + % Argila	Grupamentos texturais do solo*		
	Textura arenosa	Textura média e Textura argilosa	textura muito argilosa
	Graus de limitação**		
< 5	4	-	-
5 – 10	3	-	-
10 – 15	2	-	-
15 – 25	1	-	-
25 – 30	0	-	-
30 – 60	-	0	-
60 – 75	-	0	0
75 – 85	-	1	1
85 – 90	-	2	2
90 – 95	-	3	3
> 95	-	4	4

* Grupamentos texturais extraídos de EMBRAPA - CNPS (1999)

** Graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito Forte.

Grupamentos texturais (EMBRAPA-CNPS, 1999)

- Textura arenosa: compreende as classes texturais areia e areia franca.
- Textura média: compreende as classes texturais ou parte delas, tendo na sua granulometria menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
- Textura argilosa: compreende classes texturais ou parte delas, tendo na composição granulométrica de 35% a 60% de argila.
- Textura muito argilosa: compreende classe textural com mais de 60% de argila
- Textura siltosa: compreende parte de classes texturais que tenham menos de 35% de argila e menos de 15% de areia.

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras que em todo o ano apresentam água disponível em boa quantidade, de modo a promover o desenvolvimento normal das plantas e oferecer múltiplas opções de uso. Possuem solos em que a soma do %silte + %argila está na faixa de 25% a 30% (o que corresponde, respectivamente, à 74 mm – 80 mm de água disponível), para o caso dos arenosos; de 30% a 75% (correspondem à 80 mm – 75 mm de água disponível, respectivamente), para os solos de textura média e de textura argilosa; e de 60% a 74% (89 mm–75 mm de água disponível, respectivamente), para solos de textura muito argilosa.

- **1: Ligeiro** – terras com solos que apresentam discreta limitação quanto à disponibilidade de água, influenciando ligeiramente no desenvolvimento das espécies cultivadas mais sensíveis. Tais solos apresentam soma de %silte + %argila na faixa de 15% a 25% (correspondente à 58 mm – 74 mm de água disponível, respectivamente) para os de textura arenosa; e de 75% a 85% (equivalente à 75 mm – 60 mm de água disponível, respectivamente) para os de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **2: Moderado** – terras com solos que apresentam nítida limitação referente à disponibilidade de água, influenciando sensivelmente no desenvolvimento das espécies cultivadas, diminuindo assim as opções de uso das terras. Essas terras apresentam solos com soma de %silte + %argila na faixa de 10% a 15% (correspondente à 49 mm – 58 mm de água disponível, respectivamente), para os de textura arenosa; e de 85% a 90% (60 mm – 50 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **3: Forte** – terras com solos que apresentam fortes limitações relacionadas à disponibilidade de água para promover o desenvolvimento das plantas. Tais solos possuem soma de %silte + %argila na faixa de 5% a 10% (correspondente à 37 mm – 49 mm de água disponível, respectivamente) para os de textura arenosa; e de 90% a 95% (equivalente à 50 mm – 39 mm de água disponível, respectivamente) para os solos de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.
- **4: Muito Forte** – terras com solos que apresentam limitações muito fortes quanto à disponibilidade de água para promover o bom desenvolvimento das plantas. Estes solos possuem soma de %silte + %argila inferior a 5% (o que corresponde a valores de água disponível inferiores a 37 mm) para os de textura arenosa; e superior a 95 mm (equivalente a valores de água disponível inferiores a 39 mm) para os de textura média ou argilosa, ou muito argilosa.

3. Graus de limitação por susceptibilidade à erosão: e

O fator suscetibilidade à erosão foi avaliado com base em dois atributos diagnósticos (erodibilidade e declividade), conforme tabelas de critérios e as descrições de seus respectivos graus de limitação, a seguir:

a) Graus de limitação referentes à erodibilidade

Graus de limitação devidos a erodibilidade.

Graus de limitação	Erodibilidade (t.h.MJ ⁻¹ . mm ⁻¹)
0: Nulo	< 0,010
1: Ligeiro	0,010 - 0,020
2: Moderado	0,020 - 0,030
3: Forte	0,030 - 0,040
4: Muito forte	> 0,040

Fonte: Adaptado de GIBOSHI (1999).

- b) Graus de limitação por suscetibilidade à erosão – **e** (fator K x declividade)
Graus de limitação referentes à suscetibilidade à erosão.

Declividade		Relevo	Fator K (t.h.MJ ⁻¹ . mm ⁻¹)				
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Classe	(%)	Tipo	Graus de limitação*				
A	0 - 2	Plano	0	1	1	2	3
B	2 - 5	Suave ondulado	1	1	2	3	4
C	5 - 10	Moderadamente ondulado	2	3	3	4	4
D	10 - 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 - 40	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 40	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

Fonte: adaptado de GIBOSHI (1999); RAMALHO FILHO E BEEK (1995).

* Graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito forte.

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras que apresentam suscetibilidade à erosão insignificante. Seus solos ocorrem em relevo plano (0-3%), conjugado com erodibilidade (fator K) nula.
- **1: Ligeiro** – terras com discreta suscetibilidade à erosão. Possui solos com relevo plano (0-3%), admitindo-se uma erodibilidade (fator K) associada com grau ligeiro ou até moderado. Para o caso de solos com relevo suave ondulado (3-8%), a erodibilidade associada não deverá ser superior ao grau ligeiro.
- **2: Moderado** – terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Possui solos que apesar de ocorrerem em relevo plano (0-3%), sua erodibilidade (fator K), apresenta-se com grau forte. Para o caso de solos com relevo suave ondulado (3-8%), a erodibilidade associada deverá ter grau moderado e, no caso, de solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%), o grau de limitação da sua erodibilidade deverá ser nulo.
- **3: Forte** – terras que apresentam acentuada suscetibilidade à erosão. Possui solos com relevo plano (0-3%), porém com uma elevada erodibilidade (fator K), classificada como de grau muito forte. Para os solos de relevo suave ondulado (3-8%), sua erodibilidade se apresenta com grau forte. Nos solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%), a erodibilidade admitida refere-se aos graus ligeiro ou moderado, ao passo que nos solos de relevo ondulados (13-20%) o grau de erodibilidade deve ser nulo.
- **4: Muito Forte** – terras com suscetibilidade à erosão muito acentuada. Possui solos com relevo suave ondulado (3-8), contudo sua erodibilidade (fator K) se apresenta com grau muito forte. Os solos com relevo moderadamente ondulado (8-13%) tem uma erodibilidade associada com graus forte ou muito forte. Para o caso de solos com relevo ondulado (13-20%), a erodibilidade associada tem relevante significado, pois é determinante já a partir do grau ligeiro. Nos solos com relevo montanhoso e escarpado (>45%), associados a qualquer grau de erodibilidade, pois nessa declividade os riscos ambientais são extremos.

4. Graus de limitação por impedimento à mecanização: m (declividade x roch. e/ou pedregosidade).

a) Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade: r

Graus de limitação referentes à rochosidade e/ou pedregosidade.

Graus de limitação	Rochosidade (% exposição rochosa em relação à massa do solo).	Pedregosidade (% de fragmentos grosseiros em relação à massa do solo).
0: Nulo	Sem rochas	Sem fragmentos
1: Ligeiro	< 2	< 15
2: Moderado	2 - 15	15 - 50
3: Forte	15 - 50	50 - 75
4: Muito Forte	> 50	> 75

Fonte: LEPSCH et al. (1991); LEMOS e SANTOS (1996).

a.1) Graus de limitação referentes à mecanização: - m (declividade x rochosidade e/ou declividade).

Graus de limitação devidos ao impedimento à mecanização.

Fonte: adaptado de: GIBOSHI (1999); RAMALHO FILHO e BEEK, (1995).

* Graus de limitação: 0 = Nulo; 1 = Ligeiro; 2 = Moderado; 3 = Forte; 4 = Muito forte.

Declividade		Relevo	Rochosidade e/ou pedregosidade				
			Nulo	Ligeiro	Moderado	Forte	Muito forte
Classe	(%)	Tipo	Graus de limitação*				
A	0 - 2	Plano	0	1	3	4	4
B	2 - 5	Suave ondulado	1	2	4	4	4
C	5 - 10	Moderadamente ondulado	2	3	4	4	4
D	10 - 20	Ondulado	3	4	4	4	4
E	20 - 40	Forte ondulado	4	4	4	4	4
F	> 40	Montanhoso e escarpado	4	4	4	4	4

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas de uso comum, e com o máximo de rendimento. Apresentam relevo plano, com declividade inferior a 3% e ausência de rochosidade/pedregosidade.
- **1: Ligeiro** – terras que não permitem o emprego de todo tipo de máquinas e implementos agrícolas, durante praticamente todo o ano. Possuem relevo plano, com rochosidade/pedregosidade em grau ligeiro, ou relevo suave ondulado (declividade varia entre 3 a 8%), com rochosidade/pedregosidade em grau de limitação nulo.

- **2: Moderado** – terras que não permitem o emprego de máquinas e implementos agrícolas, durante grande parte do ano. Terras com declividade de 3 a 8%, com grau ligeiro quanto a rochosidade/pedregosidade, ou com declividade de 8 a 13%, porém com grau de limitação nulo, quanto a rochosidade/pedregosidade.
- **3: Forte** – terras que apresentam sérias restrições ao emprego de máquinas e implementos agrícolas de uso comum. Permitem, em quase sua totalidade, o uso de tração animal e máquinas especiais. Podem apresentar relevo plano, com declividade de 0 a 3%, porém, possuem limitação de grau moderado, no tocante à rochosidade/pedregosidade ligeiro. Podem também possuir relevo, com declividade de 13 a 20%, desde que apresente grau nulo de rochosidade/pedregosidade.
- **4: Muito Forte** – terras impróprias para mecanização em qualquer época do ano, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal. Terras que apresentam condições muito adversas à mecanização (por declividade ou rochosidade/pedregosidade, ou ambos), permitindo somente o uso de máquinas especiais. Nos relevos menos movimentados, como o suave ondulado e moderadamente ondulado, a limitação ocorre devido à presença de rochosidade/pedregosidade com grau moderado a muito forte. Nos relevos muitos acidentados – forte ondulado, montanhoso e escarpado, cuja declividade varia de 20 a 45% e acima de 45%, respectivamente, a limitação se dá pelas próprias condições de relevo, além das limitações predominantemente moderadas à muito forte, quanto à rochosidade/pedregosidade.

5. Graus de limitação referentes à profundidade efetiva do solo: p

Graus de limitação devidos à profundidade efetiva do solo.

Graus de limitação	Profundidade efetiva do solo - p	
	Classe	Profundidade (cm)
0: Nulo	Muito profundo	> 200
1: Ligeiro	Profundo	100 - 200
2: Moderado	Moderadamente profundo	50 - 100
3: Forte	Raso	25 - 50
4: Muito Forte	Muito raso	< 25

Fonte: LEPSCH et al. (1991); EMBRAPA – CNPS (1999).

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nulo** – terras constituídas por solos muito profundos, sem nenhuma restrição importante quanto ao uso de máquinas e implementos agrícolas durante todo o ano.
- **1: Ligeiro** – terras que apresentam solos profundos e que permitem, com discreta limitação, o uso da maioria das máquinas agrícolas durante, praticamente, o ano todo.
- **2: Moderado** – terras que apresentam solos qualificados como moderadamente profundos, possuindo restrições moderadas quanto ao uso de mecanização agrícola.

- **3: Forte** – terras que apresentam solos qualificados como rasos, permitindo apenas, em alguns casos especiais, o uso de implementos de tração animal.
- **4: Muito Forte** – terras constituídas por solos muito rasos, que não permitem qualquer tipo de mecanização, mesmo o uso de implementos de tração animal.

6. Graus de limitação referentes à drenagem do solo: d

Graus de limitação devidos à drenagem do solo.

Graus de limitação	Classes de drenagem
0	Excessivamente drenado; Fortemente drenado; Acentuadamente drenado
1	Bem drenado
2	Moderadamente drenado
3	Imperfeitamente drenado
4	Mal drenado; Muito mal drenado

Fonte: EMBRAPA -CNPS (1999)

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Excessivamente drenado; Fortemente drenado; Acentuadamente drenado** – a água é removida do solo muito rapidamente; os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa e bem permeáveis.
- **1: Bem drenado** – a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; estão incluídos nesta classe os solos de textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados de redução, entretanto, quando presente, o mosqueado é profundo, localizando-se a a mais de 150 cm da superfície do solo e também a mais de 30 cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B.
- **2. Moderadamente drenado** – a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no *solum* ou imediatamente abaixo dele. Podem apresentar algum mosqueado de redução na parte inferior do B, ou no topo do mesmo, associado à diferença textural acentuada entre A e B, a qual se relaciona com condição epiáquica.
- **3. Imperfeitamente drenado** – a água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. A permeabilidade dos solos incluídos nesta classe é lenta no *solum*, lençol freático alto. Normalmente, apresentam algum mosqueado de redução do perfil, notando-se na parte baixa indícios de gleização.

- **4. Mal drenado e Muito mal drenado** – a água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático elevado ou próximo à superfície durante uma considerável parte do ano. O perfil é caracterizado pelas características de gleização e ocorrência de mosqueado.

7. Graus de limitação devidos à salinidade do solo: s

Graus de limitação devidos à salinidade do solo.

Graus de limitação	Sais solúveis (%)	Condutividade elétrica (mmho/cm, a 25° C).
0: Não identificada	-	-
1: Ligeira	< 15	< 2
2: Moderada	15 - 35	2 - 4
3: Forte	35 - 65	8 - 16
4: Muito forte	> 65	> 16

Fonte: BERTONI e LOMBARDI NETO, (1993).

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Nula** – solos isentos de sais solúveis em excesso
- **1: Ligeira** – solos que apresentam quantidades totais de sais solúveis menores que 15% e condutividade elétrica entre 2 e 4 mmho/cm, a 25° C. O rendimento das culturas sensíveis pode ser afetado ou inibido, pouco ou nada sofrendo, contudo, as culturas tolerantes, à salinidade não apresentam sinais significativos de perda de rendimento.
- **2: Moderada** - solos que apresentam quantidades totais de sais solúveis com concentrações entre 15 a 35%, e condutividade elétrica entre 2 e 4 mmho/cm, a 25°C. O rendimento de várias culturas é grandemente afetado e inibido pelos sais presentes, com sérias limitações para a capacidade de uso do solo.
- **3. Forte** - solos que apresentam em alguma época do ano quantidades excessivas de sais solúveis com concentrações entre 35 e 65% e condutividade elétrica entre 8 e 16 mmho/cm, a 25°C. As culturas em geral não produzem, havendo exceção apenas para espécies muito tolerantes. As áreas são desprotegidas de cobertura vegetal e apresentam crostas de sal na superfície.
- **4. Muito forte** - solos que apresentam quantidades excessivas de sais solúveis com concentrações superiores a 65% e condutividade elétrica acima de 16 mmho/cm, onde as culturas, em geral, não produzem. As áreas são desprotegidas e apresentam crostas de sal na superfície.

8. Graus de limitação devidos a sodicidade do solo: na

Graus de limitação devidos a sodicidade.

Graus de limitação	Sódio trocável (Na ⁺) (%)
0: Não identificada	-
1: Ligeira	< 4
2: Moderada	4 - 15
3: Forte	15 - 20
4: Muito forte	> 20

BERTONI e LOMBARDI NETO, (1993).

GRAUS DE LIMITAÇÃO

- **0: Não identificada:** presente, mas em grau não identificado.
- **1: Ligeira:** solos com quantidades de sódio trocável abaixo de 4% sem prejuízos para o rendimento das culturas.
- **2: Moderada:** solos com pequenas quantidades de sódio trocável, teor no complexo de troca está compreendido entre 4 a 15%, com problemas simples de uso com plantas cultivadas.
- **3: Forte:** solos com quantidades excessivas de sódio trocável, teor no complexo de troca compreendido entre 15 e 20%, apresentando sérios problemas para as culturas.
- **4: Muito forte:** solos cujo teor de sódio trocável seja superior a 20%, impedindo completamente seu uso com plantas cultivadas.

ANEXO 5 – Distribuição da pontuação para as limitações das unidades de solo para fins de classificação da capacidade de uso dos solos da Microbacia Hidrográfica do Riacho Una, Sapé- PB.

Símbolos Classes de Solos	Classe de Declividade.	Avaliação dos fatores de limitação com seus respectivos atributos diagnósticos										Atributo Limitante e Grau de Limitação	Sub-Classe
		Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água	Suscetibilidade à Erosão	Impedim. Mecanização	Profundidade Efetiva do Solo	Drenagem do Solo	Salinidade do Solo	Sodicidade do Solo		
		n	a	f	w	e	m	p	d	s	z		
PVA _d	A	3	2	3	0	1	1	1	2	0	1	n3a2f3d2	na _f d
	B	3	2	3	0	2	2	1	2	0	1	n3a2f3e2m2d2	na _f em _d
	C	3	2	3	0	3	3	1	2	0	1	n3a2f3e3m3d2	na _f em _d
	D	3	2	3	0	4	4	1	2	0	1	n3a2f3e4m4d2	na _f em _d
	E	3	2	3	0	4	4	1	2	0	1	n3a2f3e4m4d2	na _f em _d
¹ PVA _d + RQ _o	A	3	1	4	0	1	1	1	2	0	1	n3f4d2	n _f d
	B	3	1	4	0	2	2	1	2	0	1	n3f4e2m2d2	n _f em _d
	C	3	1	4	0	3	3	1	2	0	1	n3f4e3m3d2	n _f em _d
	D	3	1	4	0	4	4	1	2	0	1	n3f4e4m4d2	n _f em _d
	E	3	1	4	0	4	4	1	2	0	1	n3f4e4m4d2	n _f em _d
	F	3	1	4	0	4	4	1	2	0	1	n3f4e4m4d2	n _f em _d
² PVA _d + RQ _o	A	3	0	3	1	2	1	1	2	0	1	f3e2d2	f _e d
	B	3	0	3	1	3	2	1	2	0	1	f3e3m2d2	f _e m _d
	C	3	0	3	1	4	3	1	2	0	1	f3e4m3d2	f _e m _d
	D	3	0	3	1	4	4	1	2	0	1	f3e4m4d2	f _e m _d
PVA _e	A	0	2	3	0	1	1	1	2	0	1	f3a2d2	f _a d
	B	0	2	3	0	2	2	1	2	0	1	f3a2e2m2d2	f _a em _d
	C	0	2	3	0	3	3	1	2	0	1	f3a2e3m3d2	f _a em _d
	D	0	2	3	0	4	4	1	2	0	1	f3a2e4m4d2	f _a em _d
	E	0	2	3	0	4	4	1	2	0	1	f3a2e4m4d2	f _a em _d

1 – Associação Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos, abrupáticos, fragipânicos e Neossolos Quartzarênicos. Fase floresta subcaducifólia, relevo plano 2 – Associação Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos, abrupáticos, plânticos. Fase pedregosa e rochosa, floresta subcaducifólia, relevo ondulado e fortemente ondulado e Neossolos Quartzarênicos. Fase campos antrópicos, relevo suavemente ondulado. **(Continua)**

(Continua)

Símbolos Classes de Solos	Classe de Declividade	Avaliação dos fatores de limitação com seus respectivos atributos diagnósticos										Atributo Limitante e Grau de Limitação	Sub-Classe
		Deficiência de Fertilidade			Deficiên- cia de Água	Sucetibili- dade à Erosão	Impedim. Mecani- zação	Profundida de Efetiva do Solo	Drenagem do Solo	Salinidade do Solo	Sodicidade do Solo		
		n	a	f	w	e	m	p	d	s	z		
PVAe + RLe	A	0	1	4	0	2	1	1	2	0	1	f3e2d2	fed
	B	0	1	4	0	3	2	1	2	0	1	f3e3m2d2	femd
	C	0	1	4	0	4	3	1	2	0	1	f3e4m3d2	femd
	D	0	1	4	0	4	4	1	2	0	1	f3e4m4d2	femd
	E	0	1	4	0	4	4	1	2	0	1	f3e4m4d2	femd
	F	0	1	4	0	4	4	1	2	0	1	f3e4md2	femd
Eko + RQo	A	4	3	4	0	2	1	1	3	0	1	n4a3f4e2d3	nafed
	B	4	3	4	0	3	2	1	3	0	1	n4a3f4e3m2d3	nafemd
	C	4	3	4	0	4	3	1	3	0	1	n4a3f4e4m3d3	nafemd
	D	4	3	4	0	4	4	1	3	0	1	n4a3f4e4m4d3	nafemd
	E	4	3	4	0	4	4	1	3	0	1	n4a3f4e4m4d3	nafemd
RQo + PVAd + Eko	A	4	2	4	4	1	1	1	0	0	0	n4a2f4w4	nafw
	B	4	2	4	4	1	2	1	0	0	0	n4a2f4w4m2	nafwm
	C	4	2	4	4	3	3	1	0	0	0	n4a2f4w4e3m3	nafwem
	D	4	2	4	4	4	4	1	0	0	0	n4a2f4w4e4m4	nafwem
	E	4	2	4	4	4	4	1	0	0	0	n4a2f4w4e4m4	nafwem
Tco + RLe	A	0	0	3	3	2	3	2	2	1	2	f3w3e2m3p2d2z2	fwempdz
	B	0	0	3	3	3	4	2	2	1	2	f3w3e3m4p2d2z2	fwempdz
	C	0	0	3	3	4	4	2	2	1	2	f3w3e4m4p2d2z2	fwempdz
	D	0	0	3	3	4	4	2	2	1	2	f3w3e4m4p2d2z2	fwempdz
	E	0	0	3	3	4	4	2	2	1	2	f3w3e4m4p2d2z2	fwempdz
	F	0	0	3	3	4	4	2	2	1	2	f3w3e4m4p2d2z2	fwempdz

(Continua)

(Continua)

Símbolos Classes de Solos	Classe de Declivida- de	Avaliação dos fatores de limitação com seus respectivos atributos diagnósticos										Atributo Limitante e Grau de Limitação	Sub- Classe
		Deficiência de Fertilidade			Deficiên- cia de Água	Sucetibili- dade à Erosão	Impedim. Mecaniza- ção	Profundida- de Efetiva do Solo	Drenagem do Solo	Salinidade do Solo	Sodicidade do Solo		
		n	a	f	w	e	m	p	d	s	z		
RUve	A	0	0	1	0	2	0	1	4	1	3	e2d4z3	efdz
	B	0	0	1	0	3	0	1	4	1	3	e3d4z3	efdz

ANEXO 6: Códigos e critérios de estratificação para o diagnóstico sócio-econômico.

Diagnóstico Sócio-Econômico			
Códigos e critérios de estratificação			
Codificação			
A. Fator Social			
Variável Demográfica			
Código 1.1			
Idade do produtor			
Alternativas			Código
Muito baixa	0 - 15 anos		1
Baixa	16 - 35		2
Média	36 - 45		3
Alta	46 - 65		4
Muito alta	> 65 anos		5
Código 1.2			
Grau de instrução do produtor			
Alternativas			Código
Muito baixo	A	analfabeto	9
Baixo	B	1ª à 4ª série (primária)	8
Médio baixo	C	5ª à 8ª série (primária)	7
Médio alto	D	Segundo grau incompleto	6
Alto	E	Segundo grau completo ou técnico	5
Muito alto	F	Graduação	4
	G	Especialização	3
	H	Mestrado	2
	I	Doutorado/livre docência	1
Código 1.3			
Local de nascimento do produtor			
Alternativas			Código
Casa rural	a		1
Vila	b		2
Distrito	c		3
Cidade	d		4
Capital	e		5
Código 1.4			
Residência do produtor			
Alternativas			Código
Casa rural	a		1
Vila	b		2
Distrito	c		3
Cidade	d		4
Capital	e		5
Código 1.5			
Alternativas			Códigos
1 família			1
2 famílias			2
3 famílias			3
4 famílias			4
5 famílias			5
> 5 famílias			6

Código 1.6			
Média de Idade do Núcleo Familiar			
Alternativas			Código
Muito baixa	0 - 15 anos		1
Baixa	16 - 35		2
Média	36 - 45		3
Alta	46 - 65		4
Muito alta	> 65 anos		5
Código 1.7			
Total de Pessoas do Núcleo Familiar			
Alternativas			Código
Muito baixo	1 pessoa		1
Baixo	2 pessoas		2
	3 pessoas		
Médio	4 pessoas		3
	5 pessoas		
Alto	6 pessoas		4
	7 pessoas		
Muito alto	> 7 pessoas		5
Código 1.8			
Outras pessoas residentes no núcleo familiar			
Alternativas			Código
Não vivem outras pessoas			1
Vive uma pessoa			2
Vivem duas pessoas			3
Vivem três pessoas			4
Vivem quatro pessoas			5
Vivem cinco pessoas			6
Vivem seis pessoas			7
Vivem sete pessoas			8
Vivem mais de sete pessoas			9
Código 1.9			
Média escolar do núcleo familiar			
Alternativas			Código
Muito baixa	A	Analfabeto	9
Baixa	B	1ª à 4ª série (primária)	8
Média baixa	C	5ª à 8ª série (primária)	7
Média alta	D	Segundo grau incompleto	6
Alta	E	Segundo grau completo	5
Muito alta	f	Graduação	4
	g	Especialização	3
	h	Mestrado	2
	i	Doutorado/Livre docência	1

Código 1.10 - Média de nascimentos (ambiente) dos integrantes do núcleo familiar		
Alternativas		Código
Casa rural	a	1
Vila	b	2
Distrito	c	3
Cidade	d	4
Capital	e	5
Código 1.11		
Média de residência (moradia) dos integrantes do núcleo familiar		
Alternativas		Código
Casa rural	a	1
Vila	b	2
Distrito	c	3
Cidade	d	4
Capital	e	5
Código 1.12		
Total de pessoas na propriedade		
Alternativas		Código
Muito baixo	1 pessoa	1
	2 pessoas	2
Baixo	3 pessoas	3
	4 pessoas	4
	5 pessoas	5
Médio	6 pessoas	6
	7 pessoas	7
	8 pessoas	8
Alto	9 pessoas	9
	10 pessoas	10
	11 pessoas	11
Muito alto	> 11 pessoas	12
Codificação A – fator Social - 2. Variável habitação		
Código 2.1		
Tipo de Habitação		
Alternativas		Código
Casa de taipa (ruim)		5
Casa de taipa (boa)		4
Casa de alvenaria (ruim)		3
Casa de alvenaria (boa)		2
Ótima casa (qualquer tipo)		1
Código 2.2		
Alternativas		Código
Número de cômodos da casa		
Muito baixo	1	9
	2	8
Baixo	3	7
	4	6
Médio	5	5
	6	4
Alto	7	3
	8	2
Muito alto	9	1

Código 2.3		
Média de pessoas por quarto		
Alternativas		Código
Baixo	1 pessoa	1
Médio	2 pessoas	2
	3 pessoas	3
Alto	4 pessoas	4
	5 pessoas	5
Muito alto	> 5 pessoas	6
Código 2.4		
Tipo de fogão		
Alternativas		Código
Lenha/carvão		4
Querosene (álcool)		3
Gás		2
Elétrico		1
Código 2.5		
Potabilidade da água		
Alternativas		Código
Potável		1
Não potável		2
Código 2.6		
Esgotos		
Alternativas		Código
Rede de esgotos		1
Poço negro/fossa		2
Eliminação livre		3
Código 2.7		
Eliminação de lixo		
Alternativas		Código
Coleta		1
Enterra ou queima		2
Livre		3
Código 2.8		
Eliminação de embalagens de agrotóxicos (defensivos agrícolas)		
Alternativas		Código
Comercialização com as próprias firmas		1
Reaproveitada para o mesmo fim		2
Colocada em depósito para lixo tóxico		3
Queimada		4
Reaproveitada para outros fins		5
Colocada em qualquer lugar		6
Código 2.9		
Tipo de piso da residência		
Alternativas		Código
Terra		8
Pedra bruta		7
Tijolo		6
Cimento		5
Madeira bruta		4
Cerâmica		3
Pedra polida		2
Madeira polida		1

Código 2.10	
Tipo de parede da residência	
Alternativas	Código
Palha	6
Pau a pique	5
Madeira (ruim)	4
Madeira (boa)	3
Alvenaria (ruim)	2
Alvenaria (boa)	1
Código 2.11	
Tipo de telhado da residência	
Alternativa	Código
Palha	4
Zinco	3
Cimento-amianto	2
Telha	1
Código 2.12	
Eletricidade	
Alternativas	Código
Não tem	3
Monofásica	2
Trifásica	1
Código 2.13	
Geladeira/Freezer	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1
Código 2.14	
Televisão	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1
Código 2.15	
Vídeo-Cassete/DVD	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1
Código 2.16	
Rádio	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1
Código 2.17	
Forno microondas	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1
Código 2.18	
Telefone	
Alternativas	Código
Não tem	2
Tem	1

Código 2.19				
Periódicos(jornais, revistas)				
Alternativas			Código	
Não tem			2	
Tem			1	
Codificação:				
A. Fator Social				
3 - Variável: Consumo de alimentos				
Códigos: 3.01 a 3.16				
3.01	Itens	Dias por semana	Alternativas	Código
3.02		1	Muito baixo	7
3.03		2	Baixo	6
3.04		3	Médio baixo	5
3.05		4	Médio	4
3.06		5	Médio alto	3
3.07		6	Alto	2
3.08		7	Muito alto	1
3.09				
3.10				
3.11				
3.12				
3.13				
3.14				
3.15				
3.16				
Codificação:				
A - Fator Social				
4 - Variável: Participação em organização (associação)				
Código	Alternativas			Código
4.1	Não pertence			2
	Pertence			1
Codificação:				
A - Fator Social				
5 - Variável: Salubridade rural				
Código 5.1	Infestação de pragas			
Alternativas *			Código	
Nula			1	
Baixa			2	
Média			3	
Alta			4	
Impeditiva			5	

*

Nula - Sem infestação

Baixa - Pequena infestação - controle simples

Média - Infestação de gravidade média

Alta - Infestação intensa e extensa - controle dispendioso e complexo

Impeditiva -Infestação tão grande que impossibilita a exploração do terreno

Código 5.2		
Salubridade para o homem		
Alternativas*		Código
Ótima		1
Regular		2
Baixa		3
Má		4
Inóspita		5

*

Ótima - Trabalho humano fácil, sem calor, umidade relativa do ar boa, sem endemia.

Regular - Temperatura e umidade relativa do ar suave, presença de endemia.

Baixa - Temperatura e umidade relativa do ar elevada, infestação de endemia.

Má - Clima excessivamente quente e úmido (quente e seco), sem infestação de endemia.

Inóspita - Clima excessivamente quente e úmido (quente e seco), com infestação de endemia.

Salubridade para o homem (As condições do ambiente afetam o bem-estar e a sanidade das plantas, do gado e do homem, especialmente no tocante à temperatura, à umidade relativa do ar e à ocorrência de moléstias e pragas endêmicas, tais como impaludismo, anemia, esquistossomose, doença de chagas, infestações de piolhos, entre outros).

Código 5.3			
Combate às pragas domésticas			
Alternativas		Código	
Combate a ratos, moscas, pulgas, pernilongos, piolhos, baratas, barbeiro, outros.		Sim	1
		Não	2
Codificação: B – Fator Econômico			
6 -Variável: Produção			
Código	Alternativas*		Código
6.1	Produtividade baixa		3
	Produtividade média		2
	Produtividade alta		1
Códigos 6.2 - 6.3			
Código	Alternativas		Código
6.2	Reflorestamento (incluir mata nativa)	> 25 % da área	1
		< 25 % da área	2
		Não tem	3
6.3	Pastagens plantadas	Conservadas	1
		Abandonadas	2
		Não tem	3
7 -Variável: Animais de trabalho			
Códigos 7.1 – 7.3			
Código	Alternativas		Código
7.1	Bois	Não tem	2
		Tem	1
7.2	Burros	Não tem	2
		Tem	1
7.3	Jumentos	Não tem	2
		Tem	1
7.4	Cavalos	Não tem	2
		Tem	1

Codificação: B – Fator Econômico			
8 - Variável: Animais de produção			
Códigos: 8.1 - 8.7			
Código	Alternativa		Código
8.1	Bovinos	Não tem	2
		Tem	1
8.2	Ovinos	Não tem	2
		Tem	1
8.3	Aves	Não tem	2
		Tem	1
8.4	Suínos	Não tem	2
		Tem	1
8.5	Caprinos	Não tem	2
		Tem	1
8.6	Roedores	Não tem	2
		Tem	1
8.7	Peixes	Não tem	2
		Tem	1
Codificação:			
B – Fator Econômico			
9 – Variável: Comercialização, crédito e rendimento.			
Códigos: 9.1, 9.2 e 9.3			
Comercialização da produção agrícola, pecuária e florestal			
Alternativas			Código
Não vende			7
Intermediário			6
Armazéns (varejo)			5
Feiras			4
Cooperativas			3
Agroindústria			2
Consumidor			1
Código 9.4			
Fonte principal de crédito agrícola			
Alternativas			Código
Não tem			6
Agiotas (particulares)			5
Bancos particulares			4
Cooperativas			3
Agroindústria			2
Banco Oficial			1
Código 9.5			
Renda bruta mensal da propriedade			
Alternativas			Código
Baixa	< 5 salários mínimos		4
Média baixa	5 - 10 salários mínimos		3
Média alta	11 - 20 salários mínimos		2
Alta	> 21 salários mínimos		1
Código 9.6			
Outras rendas			
Alternativas			Código
Não tem			2
Tem			1

Código 9.7		
Renda Mensal Total		
Alternativas		Código
Baixa	< 5 salários mínimos	4
Média baixa	5 - 10 salários mínimos	3
Média alta	11 - 20 salários mínimos	2
Alta	> 21 salários mínimos	1
C – Fatores Tecnológicos: 10 - Variável: Tecnológica		
Código 10.1		
Área da propriedade [ha]		
Alternativas		Código
Minifúndio - < 20 ha com aproveitamento* até 50%		5
Minifúndio - < 20 ha com aproveitamento acima de 50%		4
Pequena propriedade - 21 a 50 ha com aproveitamento acima de 50%		3
Propriedade média - 51 - 100 ha com aproveitamento de 50% ou mais		2
Propriedade empresarial - > 100 ha com aproveit. de 50% ou mais		1
* Entende-se por aproveitamento: agricultura, pecuária e áreas reflorestadas e/ou com floresta nativa.		
Código 10.2		
Tipo de posse		
Alternativas		Código
Proprietário		1
Arrendatário		2
Meeiro		3
Ocupante		4
Código 10.3		
Biocidas (fungicidas, inseticidas, herbicidas)		
Alternativas		Código
Regularmente		4
Ocasionalmente		3
Não utiliza		2
Controle biológico		1
Código 10.4		
Adubação		
Alternativas		Código
Não usa		3
Ocasionalmente		2
Regularmente		1
Código 10.5		
Tipo de tração usada		
Alternativas		Código
Manual		3
Animal		2
Mecânica		1
Código 10.6		
Assistência técnica		
Alternativas		Código
Não recebe		3
Ocasionalmente		2
Regularmente		1

Código 10.7		
Manejo do solo		
Alternativas		Código
Sem orientação técnica		2
Com orientação técnica		1
Código 10.8		
Práticas de conservação do solo		
Alternativas		Código
Não utiliza		2
Utiliza		1
Código 10.9		
Conflitos de uso do solo		
Alternativas		Código
Positivos (há conflitos)		2
Negativos (não há conflitos)		1
Código 10.10		
Irrigação		
Alternativas		Código
Não utiliza		3
Ocasionalmente		2
Regularmente		1
Código 10.11		
Exploração da Terra		
Alternativas		Código
Intensiva		2
Extensiva		1
Código 10.12		
Conhece programas de conservação do solo		
Alternativas		Código
Não conhece		2
Conhece		1
Código 10.13		
Sabe executar obras de contenção		
Alternativas		Código
Não sabe		2
Sabe		1
Código 10.14		
Codificação: C – Fatores Tecnológicos		
11 - Variáveis: Maquinaria e Industrialização Rural		
Código 11.1		
Possui maquinaria e implementos agrícolas		
Alternativas		Código
Nenhum		4
Alguns		3
Os principais necessários		2
Parque de máquinas completo		1
Código 11.2		
Faz algum tipo de artesanato		
Alternativas		Código
Não		2
Sim		1

Anexo 7: Resultados do diagnóstico sócio-econômico e unidades críticas de degradação para os compartimento 1, 2, e 3.

Códigos	Microbacia do Riacho Una - Compartimento 1	Valores significativos		
	Indicadores	Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Idade de produtor	3	1	5
1.2	Grau de instrução do produtor	8	1	9
1.3	Local de nascimento do produtor	1	1	5
1.4	Residência do produtor	1	1	5
1.5	Número de familiares na propriedade	1	1	6
1.6	Média de idade do núcleo familiar	2	1	5
1.7	Total de pessoas do núcleo familiar	4	1	8
1.8	Outras pessoas residentes no núcleo familiar	1	1	9
1.9	Média escolar do núcleo familiar	8	1	9
1.10	Média de nascimentos (ambiente) no núcleo familiar	4	1	5
1.11	Média de residência (moradia) no núcleo familiar	1	1	5
1.12	Total de pessoas na propriedade	4	1	12
2.1	Tipo de habitação	2	1	5
2.2	Número de cômodos da casa	5	1	9
2.3	Média de pessoas por quarto	2	1	6
2.4	Tipo de fogão	4	1	4
2.5	Potabilidade da água	1	1	2
2.6	Esgotos	2	1	3
2.7	Eliminação de lixo	2	1	3
2.8	Eliminação de embalagens de agrotóxicos	3	1	6
2.9	Tipo de piso da residência	5	1	8
2.10	Tipo de parede da residência	1	1	6
2.11	Tipo de telhado da residência	1	1	4
2.12	Eletricidade	2	1	3
2.13	Geladeira/freezer	1	1	2
2.14	Televisão	1	1	2
2.15	Videocassete/DVD	2	1	2
2.16	Rádio	1	1	2
2.17	Forno microondas	2	1	2
2.18	Telefone	2	1	2
2.19	Periódicos	2	1	2
3.1	Consumo de leite	1	1	7
3.2	Consumo de carne	5	1	7
3.3	Consumo de frutas	5	1	7
3.4	Consumo de legumes	7	1	7
3.5	Consumo de verduras	1	1	7
3.6	Consumo de batata-doce	6	1	7
3.7	Consumo de ovos	6	1	7
3.8	Consumo de massas	1	1	7
3.9	Consumo de arroz/feijão	1	1	7
3.10	Consumo de peixes	7	1	7
3.11	Consumo de aves	4	1	7
3.12	Consumo de café	1	1	7
3.13	Consumo de chás	7	1	7
3.14	Consumo de cuscuz	1	1	7
3.15	Consumo de pão	2	1	7

3.16	Consumo de macaxeira, inhame.	5	1	7
4.1	Participação em associações comunitárias	2	1	2
5.1	Infestação de pragas	4	1	5
5.2	Salubridade para o homem	4	1	5
5.3	Combate às pragas domésticas	1	1	2
6.1	Produtividade agrícola	3	1	3
6.2	Reflorestamento	3	1	3
6.3	Pastagens plantadas	3	1	3
7.1	Bois	2	1	2
7.2	Burros	2	1	2
7.3	Jumentos	2	1	2
7.4	Cavalos	2	1	2
8.1	Bovinos	2	1	2
8.2	Ovinos	2	1	2
8.3	Aves	2	1	2
8.4	Suínos	2	1	2
8.5	Caprinos	2	1	2
8.6	Roedores	2	1	2
8.7	Peixes	2	1	2
9.1	A quem vende a produção agrícola	7	1	7
9.2	A quem vende a produção pecuária	7	1	7
9.3	A quem vende a produção florestal	7	1	7
9.4	Fonte principal de créditos agrários	6	1	6
9.5	Renda bruta mensal da propriedade	4	1	4
9.6	Outras rendas	1	1	2
9.7	Renda mensal total	4	1	4
10.1	Área da propriedade (ha)	4	1	5
10.2	Tipo de posse	4	1	4
10.3	Biocidas (qualquer tipo)	2	1	4
10.4	Adubação	4	1	4
10.5	Tipo de tração usada	3	1	3
10.6	Assistência técnica	3	1	3
10.7	Manejo do solo	2	1	2
10.8	Práticas de conservação do solo	2	1	2
10.9	Conflito de uso do solo	1	1	2
10.10	Irrigação	3	1	3
10.11	Exploração da terra	2	1	2
10.12	Conhece programas de conservação de solos	2	1	2
10.13	Sabe executar obras de contenção	2	1	2
11.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	4	1	4
11.2	Faz algum tipo de artesanato	2	1	2
a) Total do fator social (1.1 a 5.3)		150	51	282
Unidades críticas de degradação social		42,85%		
b) Total do fator econômico (6.1 a 9.7)		67	21	68
Unidades críticas de degradação econômica		97,87%		
c) total do fator tecnológico (10.1 a 11.2)		40	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica		86,20%		
Total do diagnóstico sócio-econômico (a + b + c)		257	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica		55,38%		

Códigos	Microbacia do Riacho Una - Compartimento 2	Valores significativos		
	Indicadores	Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Idade de produtor	4	1	5
1.2	Grau de instrução do produtor	9	1	9
1.3	Local de nascimento do produtor	1	1	5
1.4	Residência do produtor	1	1	5
1.5	Número de familiares na propriedade	1	1	6
1.6	Média de idade do núcleo familiar	2	1	5
1.7	Total de pessoas do núcleo familiar	5	1	8
1.8	Outras pessoas residentes no núcleo familiar	1	1	9
1.9	Média escolar do núcleo familiar	8	1	9
1.10	Média de nascimentos (ambiente) do núcleo familiar	3	1	5
1.11	Média de residência (moradia) do núcleo familiar	1	1	5
1.12	Total de pessoas na propriedade	5	1	12
2.1	Tipo de habitação	3	1	5
2.2	Número de cômodos da casa	5	1	9
2.3	Média de pessoas por quarto	2	1	6
2.4	Tipo de fogão	4	1	4
2.5	Potabilidade da água	1	1	2
2.6	Esgotos	3	1	3
2.7	Eliminação de lixo	3	1	3
2.8	Eliminação de embalagens de agrotóxicos	6	1	6
2.9	Tipo de piso da residência	5	1	8
2.10	Tipo de parede da residência	2	1	6
2.11	Tipo de telhado da residência	1	1	4
2.12	Eletricidade	2	1	3
2.13	Geladeira/freezer	2	1	2
2.14	Televisão	1	1	2
2.15	Videocassete/DVD	2	1	2
2.16	Rádio	1	1	2
2.17	Forno microondas	2	1	2
2.18	Telefone	2	1	2
2.19	Periódicos	2	1	2
3.1	Consumo de leite	7	1	7
3.2	Consumo de carne	7	1	7
3.3	Consumo de frutas	7	1	7
3.4	Consumo de legumes	7	1	7
3.5	Consumo de verduras	1	1	7
3.6	Consumo de batata-doce	7	1	7
3.7	Consumo de ovos	7	1	7
3.8	Consumo de massas	1	1	7
3.9	Consumo de arroz/feijão	1	1	7
3.10	Consumo de peixes	6	1	7
3.11	Consumo de aves	5	1	7
3.12	Consumo de café	1	1	7
3.13	Consumo de chás	7	1	7
3.14	Consumo de cuscuz	1	1	7
3.15	Consumo de pão	7	1	7

3.16	Consumo de macaxeira, inhame.	1	1	7
4.1	Participação em associações comunitárias	2	1	2
5.1	Infestação de pragas	4	1	5
5.2	Salubridade para o homem	4	1	5
5.3	Combate às pragas domésticas	1	1	2
6.1	Produtividade agrícola	3	1	3
6.2	Reflorestamento	3	1	3
6.3	Pastagens plantadas	3	1	3
7.1	Bois	2	1	2
7.2	Burros	2	1	2
7.3	Jumentos	2	1	2
7.4	Cavalos	2	1	2
8.1	Bovinos	2	1	2
8.2	Ovinos	2	1	2
8.3	Aves	2	1	2
8.4	Suínos	2	1	2
8.5	Caprinos	2	1	2
8.6	Roedores	2	1	2
8.7	Peixes	2	1	2
9.1	A quem vende a produção agrícola	7	1	7
9.2	A quem vende a produção pecuária	7	1	7
9.3	A quem vende a produção florestal	7	1	7
9.4	Fonte principal de créditos agrários	6	1	6
9.5	Renda bruta mensal da propriedade	4	1	4
9.6	Outras rendas	2	1	2
9.7	Renda mensal total	4	1	4
10.1	Área da propriedade (ha)	4	1	5
10.2	Tipo de posse	4	1	4
10.3	Biocidas (qualquer tipo)	4	1	4
10.4	Adubação	4	1	4
10.5	Tipo de tração usada	3	1	3
10.6	Assistência técnica	3	1	3
10.7	Manejo do solo	2	1	2
10.8	Práticas de conservação do solo	2	1	2
10.9	Conflito de uso do solo	2	1	2
10.10	Irrigação	3	1	3
10.11	Exploração da terra	2	1	2
10.12	Conhece programas de conservação de solos	2	1	2
10.13	Sabe executar obra de contenção	2	1	2
11.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	4	1	4
11.2	Faz algum tipo de artesanato	2	1	2
a) Total do fator social (1.1 a 5.3)		174	51	282
Unidades críticas de degradação social		53,24%		
b) Total do fator econômico (6.1 a 9.7)		68	21	68
Unidades críticas de degradação econômica		100,00%		
c) total do fator tecnológico (10.1 a 11.2)		43	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica		96,55%		
Total do diagnóstico sócio-econômico (a + b + c)		285	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica		64,48%		

Códigos	Microbacia do Riacho Una - Compartimento 3	Valor significativo		
		Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Idade de produtor	4	1	5
1.2	Grau de instrução do produtor	8	1	9
1.3	Local de nascimento do produtor	1	1	5
1.4	Residência do produtor	1	1	5
1.5	Número de familiares na propriedade	1	1	6
1.6	Média de idade do núcleo familiar	2	1	5
1.7	Total de pessoas do núcleo familiar	4	1	8
1.8	Outras pessoas residentes no núcleo familiar	1	1	9
1.9	Média escolar do núcleo familiar	8	1	9
1.10	Média de nascimentos (ambiente) do núcleo familiar	2	1	5
1.11	Média de residência (moradia) do núcleo familiar	1	1	5
1.12	Total de pessoas na propriedade	4	1	12
2.1	Tipo de habitação	3	1	5
2.2	Número de cômodos da casa	5	1	9
2.3	Média de pessoas por quarto	2	1	6
2.4	Tipo de fogão	4	1	4
2.5	Potabilidade da água	1	1	2
2.6	Esgotos	3	1	3
2.7	Eliminação de lixo	3	1	3
2.8	Eliminação de embalagens de agrotóxicos	6	1	6
2.9	Tipo de piso da residência	5	1	8
2.10	Tipo de parede da residência	2	1	6
2.11	Tipo de telhado da residência	1	1	4
2.12	Eletricidade	2	1	3
2.13	Geladeira/freezer	1	1	2
2.14	Televisão	1	1	2
2.15	Videocassete/DVD	2	1	2
2.16	Rádio	1	1	2
2.17	Forno microondas	2	1	2
2.18	Telefone	2	1	2
2.19	Periódicos	2	1	2
3.1	Consumo de leite	7	1	7
3.2	Consumo de carne	7	1	7
3.3	Consumo de frutas	7	1	7
3.4	Consumo de legumes	7	1	7
3.5	Consumo de verduras	1	1	7
3.6	Consumo de batata-doce	7	1	7
3.7	Consumo de ovos	7	1	7
3.8	Consumo de massas	1	1	7
3.9	Consumo de arroz/feijão	1	1	7
3.10	Consumo de peixes	6	1	7
3.11	Consumo de aves	7	1	7
3.12	Consumo de café	1	1	7
3.13	Consumo de chás	7	1	7
3.14	Consumo de cuscuz	1	1	7
3.15	Consumo de pão	7	1	7

3.16	Consumo de macaxeira, inhame.	5	1	7
4.1	Participação em associações comunitárias	2	1	2
5.1	Infestação de pragas	4	1	5
5.2	Salubridade para o homem	4	1	5
5.3	Combate às pragas domésticas	1	1	2
6.1	Produtividade agrícola	3	1	3
6.2	Reflorestamento	3	1	3
6.3	Pastagens plantadas	3	1	3
7.1	Bois	2	1	2
7.2	Burros	2	1	2
7.3	Jumentos	2	1	2
7.4	Cavalos	2	1	2
8.1	Bovinos	2	1	2
8.2	Ovinos	2	1	2
8.3	Aves	1	1	2
8.4	Suínos	2	1	2
8.5	Caprinos	2	1	2
8.6	Roedores	2	1	2
8.7	Peixes	2	1	2
9.1	A quem vende a produção agrícola	7	1	7
9.2	A quem vende a produção pecuária	7	1	7
9.3	A quem vende a produção florestal	7	1	7
9.4	Fonte principal de créditos agrários	6	1	6
9.5	Renda bruta mensal da propriedade	4	1	4
9.6	Outras rendas	2	1	2
9.7	Renda mensal total	4	1	4
10.1	Área da propriedade (ha)	4	1	5
10.2	Tipo de posse	4	1	4
10.3	Biocidas (qualquer tipo)	4	1	4
10.4	Adubação	4	1	4
10.5	Tipo de tração usada	3	1	3
10.6	Assistência técnica	3	1	3
10.7	Manejo do solo	2	1	2
10.8	Práticas de conservação do solo	2	1	2
10.9	Conflito de uso do solo	1	1	2
10.10	Irrigação	3	1	3
10.11	Exploração da terra	2	1	2
10.12	Conhece programas de conservação de solos	2	1	2
10.13	Sabe executar obra de contenção	2	1	2
11.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	4	1	4
11.2	Faz algum tipo de artesanato	2	1	2
a) Total do fator social (1.1 a 5.3)		175	51	282
Unidades críticas de degradação social		53,68%		
b) Total do fator econômico (6.1 a 9.7)		67	21	68
Unidades críticas de degradação econômica		97,87%		
c) Total do fator tecnológico (10.1 a 11.2)		42	15	44
Unidades críticas de degradação tecnológica		93,10%		
Total do diagnóstico sócio-econômico (a + b + c)		284	87	394
Unidades críticas de degradação sócio-econômica		64,16%		

**Anexo 8: Estudo Analítico para o cálculo das retas de degradação social,
econômica, tecnológica e sócio-econômica.**

- Cálculo da reta de Degradação Social – Compartimento 1:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (51)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (282)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 51a + b = 0 \quad (*-1) \\ 282a + b = 100 \end{cases}$$

$$-51a - b = 0$$

$$\underline{282a + b = 100}$$

$$231a = 100$$

$$\boxed{a = 0,4329}$$

$$(282 * 0,4329) + b = 100$$

$$b = 100 - 122,08$$

$$\boxed{b = - 22,08}$$

$$\boxed{y = 0,4329x - 22,08}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,4329 * 150) - 22,08 \therefore$$

$$\mathbf{y = 42,85\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Econômica – Compartimento 1:

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (21)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (68)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 21a + b = 0 \quad (* -1) \\ 68a + b = 100 \end{cases}$$

$$-21a - b = 0$$

$$\underline{68a + b = 100}$$

$$47a = 100$$

$$\boxed{a = 2,13}$$

$$(68 \cdot 2,13) + b = 100$$

$$b = 100 - 144,84$$

$$\boxed{b = - 44,84}$$

$$\boxed{y = 2,13x - 44,84}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (2,13 \cdot 67) - 44,84 \therefore$$

$$\mathbf{y = 97,87\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Tecnológica – Compartimento 1:

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0$$

x = valor mínimo (15)

$$ax + b = 100$$

x = valor máximo (44)

Logo:

$$\begin{cases} 15a + b = 0 \quad (* -1) \\ 44a + b = 100 \end{cases}$$

$$-15a - b = 0$$

$$\underline{44a + b = 100}$$

$$29a = 100$$

$$\boxed{a = 3,45}$$

$$(44 \cdot 3,45) + b = 100$$

$$b = 100 - 151,8$$

$$\boxed{b = - 51,8}$$

$$\boxed{y = 3,45x - 51,8}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (3,45 \cdot 40) - 51,8 \therefore$$

$$\mathbf{y = 86,2\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Sócio-Econômica – Compartimento 1:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (87)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (394)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 87a + b = 0 \quad (*-1) \\ 394a + b = 100 \end{cases}$$

$$-87a - b = 0$$

$$\underline{394a + b = 100}$$

$$307a = 100$$

$$\boxed{a = 0,3257}$$

$$(394 \cdot 0,3257) + b = 100$$

$$b = 100 - 128,32$$

$$\boxed{b = - 28,32}$$

$$\boxed{y = 0,3257x - 28,32}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,3257 \cdot 257) - 28,32 \therefore$$

$$\mathbf{y = 55,38\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Social – Compartimento 2:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (51)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (282)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 51a + b = 0 \quad (*-1) \\ 282a + b = 100 \end{cases}$$

$$-51a - b = 0$$

$$\underline{282a + b = 100}$$

$$231a = 100$$

$$\boxed{a = 0,4329}$$

$$(282 \cdot 0,4329) + b = 100$$

$$b = 100 - 122,08$$

$$\boxed{b = - 22,08}$$

$$\boxed{y = 0,4329x - 22,08}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,4329 \cdot 174) - 22,08 \therefore$$

$$\mathbf{y = 53,24\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Econômica – Compartimento 2:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad \quad \quad x = \text{valor mínimo (21)}$$

$$ax + b = 100 \quad \quad \quad x = \text{valor máximo (68)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 21a + b = 0 \quad (* -1) \\ 68a + b = 100 \end{cases}$$

$$-21a - b = 0$$

$$\underline{68a + b = 100}$$

$$47a = 100$$

$$\boxed{a = 2,13}$$

$$(68 \cdot 2,13) + b = 100$$

$$b = 100 - 144,84$$

$$\boxed{b = - 44,84}$$

$$\boxed{y = 2,13x - 44,84}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (2,13 \cdot 68) - 44,84 \therefore$$

$$\mathbf{y = 100\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Tecnológica – Compartimento 2:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (15)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (44)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 15a + b = 0 \quad (* -1) \\ 44a + b = 100 \end{cases}$$

$$-15a - b = 0$$

$$\underline{44a + b = 100}$$

$$29a = 100$$

$$\boxed{a = 3,45}$$

$$(44 * 3,45) + b = 100$$

$$b = 100 - 151,8$$

$$\boxed{b = - 51,8}$$

$$\boxed{y = 3,45x - 51,8}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (3,45 * 43) - 51,8 \therefore$$

$$\mathbf{y = 96,55\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Sócio-Econômica – Compartimento 2:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (87)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (394)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 87a + b = 0 \quad (*-1) \\ 394a + b = 100 \end{cases}$$

$$-87a - b = 0$$

$$\underline{394a + b = 100}$$

$$307a = 100$$

$$\boxed{a = 0,3257}$$

$$(394 \cdot 0,3257) + b = 100$$

$$b = 100 - 128,32$$

$$\boxed{b = - 28,32}$$

$$\boxed{y = 0,3257x - 28,32}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,3257 \cdot 285) - 28,32 \therefore$$

$$\mathbf{y = 64,30\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Social – Compartimento 3:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0$$

x = valor mínimo (51)

$$ax + b = 100$$

x = valor máximo (282)

Logo:

$$\begin{cases} 51a + b = 0 \quad (*-1) \\ 282a + b = 100 \end{cases}$$

$$-51a - b = 0$$

$$\underline{282a + b = 100}$$

$$231a = 100$$

$$\boxed{a = 0,4329}$$

$$(282 \cdot 0,4329) + b = 100$$

$$b = 100 - 122,08$$

$$\boxed{b = - 22,08}$$

$$y = 0,4329x - 22,08$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,4329 \cdot 175) - 22,08 \therefore$$

$$y = 53,68\%$$

- Cálculo da reta de Degradação Econômica – Compartimento 3:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (21)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (68)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 21a + b = 0 \quad (* -1) \\ 68a + b = 100 \end{cases}$$

$$-21a - b = 0$$

$$\underline{68a + b = 100}$$

$$47a = 100$$

$$a = 2,13$$

$$(68 \cdot 2,13) + b = 100$$

$$b = 100 - 144,84$$

$$b = - 44,84$$

$$y = 2,13x - 44,84$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (2,13 \cdot 67) - 44,84 \therefore$$

$$y = 97,87\%$$

- Cálculo da reta de Degradação Tecnológica – Compartimento 3:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (15)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (44)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 15a + b = 0 \quad (*-1) \\ 44a + b = 100 \end{cases}$$

$$-15a - b = 0$$

$$-15a - b = 0$$

$$44a + b = 100$$

$$29a = 100$$

$$\boxed{a = 3,45}$$

$$(44 * 3,45) + b = 100$$

$$b = 100 - 151,8$$

$$\boxed{b = - 51,8}$$

$$\boxed{y = 3,45x - 51,8}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (3,45 * 42) - 51,8 \therefore$$

$$\mathbf{y = 93,1\%}$$

- Cálculo da reta de Degradação Sócio-Econômica – Compartimento 3:

O valor da degradação (y) varia de 0 a 100%.

$$y = ax + b$$

Tem-se:

$$ax + b = 0 \quad x = \text{valor mínimo (87)}$$

$$ax + b = 100 \quad x = \text{valor máximo (394)}$$

Logo:

$$\begin{cases} 87a + b = 0 \quad (*-1) \\ 394a + b = 100 \end{cases}$$

$$-87a - b = 0$$

$$\underline{394a + b = 100}$$

$$307a = 100$$

$$\boxed{a = 0,3257}$$

$$(394 \cdot 0,3257) + b = 100$$

$$b = 100 - 128,32$$

$$\boxed{b = - 28,32}$$

$$\boxed{y = 0,3257x - 28,32}$$

Sendo:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (0,3257 \cdot 284) - 28,32 \therefore$$

$$\mathbf{y = 64,18\%}$$

**Anexo 9: Resultados do diagnóstico ambiental e unidades críticas
de degradação para os compartimento 1, 2 e 3.**

Códigos	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Microbacia do Riacho Una Compartimento 1	Valores significativos		
	Indicadores	Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Estocagem de defensivos agrícolas	1	1	2
1.2	Depósitos de embalagens de agrotóxicos	1	1	2
1.3	Locais de lavagem de implementos com agrotóxicos	1	1	2
1.4	Pedreiras	1	1	2
1.5	Minas	1	1	2
1.6	Lixeiras (lixo urbano, rural).	1	1	2
1.7	Exploração de areias	1	1	2
1.8	Pocilgas	1	1	2
1.9	Aviários	1	1	2
1.10	Matadouros	1	1	2
1.11	Estradas rurais degradadas	2	1	2
1.12	Erosões marcantes (lavouras)	1	1	2
1.13	Exploração de madeira	1	1	2
1.14	Esgotos	1	1	2
1.15	Depósitos de pneus	1	1	2
1.16	Queimadas	1	1	2
1.17	Poluição química (fábricas, curtumes, etc.).	1	1	2
1.18	Aplicação de agrotóxicos	1	1	2
1.19	Acidentes com derivados de petróleo ou produtos químicos	1	1	2
1.20	Bombas de recalque d'água em rios/açudes	1	1	2
1.21	Carvoarias (fornos).	1	1	2
Total do Fator Ambiental		22	21	42
Degradação Ambiental (%)		4,8		

Códigos	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Microbacia do Riacho Una Compartimento 2	Valores significativos		
	Indicadores	Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Estocagem de defensivos agrícolas	1	1	2
1.2	Depósitos de embalagens de agrotóxicos	1	1	2
1.3	Locais de lavagem de implementos com agrotóxicos	1	1	2
1.4	Pedreiras	1	1	2
1.5	Minas	1	1	2
1.6	Lixeiras (lixo urbano, rural).	1	1	2
1.7	Exploração de areias	1	1	2
1.8	Pocilgas	1	1	2
1.9	Aviários	1	1	2
1.10	Matadouros	1	1	2
1.11	Estradas rurais degradadas	2	1	2
1.12	Erosões marcantes (lavouras)	1	1	2
1.13	Exploração de madeira	1	1	2
1.14	Esgotos	1	1	2
1.15	Depósitos de pneus	1	1	2
1.16	Queimadas	1	1	2
1.17	Poluição química (fábricas, curtumes, etc.).	1	1	2
1.18	Aplicação de agrotóxicos	1	1	2
1.19	Acidentes com derivados de petróleo ou produtos químicos	1	1	2
1.20	Bombas de recalque d'água em rios/açudes	1	1	2
1.21	Carvoarias (fornos).	1	1	2
Total do Fator Ambiental		22	21	42
Degradação Ambiental (%)		4,8		

Códigos	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Microbacia do Riacho Una Compartimento 3	Valores significativos		
	Indicadores	Encontrado	Mínimo	Máximo
1.1	Estocagem de defensivos agrícolas	1	1	2
1.2	Depósitos de embalagens de agrotóxicos	1	1	2
1.3	Locais de lavagem de implementos com agrotóxicos	1	1	2
1.4	Pedreiras	1	1	2
1.5	Minas	1	1	2
1.6	Lixeiras (lixo urbano, rural).	1	1	2
1.7	Exploração de areias	1	1	2
1.8	Pocilgas	1	1	2
1.9	Aviários	1	1	2
1.10	Matadouros	1	1	2
1.11	Estradas rurais degradadas	2	1	2
1.12	Erosões marcantes (lavouras)	1	1	2
1.13	Exploração de madeira	1	1	2
1.14	Esgotos	1	1	2
1.15	Depósitos de pneus	1	1	2
1.16	Queimadas	1	1	2
1.17	Poluição química (fábricas, curtumes, etc.).	1	1	2
1.18	Aplicação de agrotóxicos	1	1	2
1.19	Acidentes com derivados de petróleo ou produtos químicos	1	1	2
1.20	Bombas de recalque d'água em rios/açudes	1	1	2
1.21	Carvoarias (fornos).	1	1	2
Total do Fator Ambiental		22	21	42
Degradação Ambiental (%)		4,8		

Anexo 10: Estudo analítico para o cálculo das retas de degradação ambiental.

$$y = ax + b$$

tem-se:

$$ax + b = 0$$

x = valor mínimo (21)

$$ax + b = 100$$

x = valor máximo (42)

Logo:

$$\begin{cases} 21a + b = 0 \quad (*-1) \\ 42a + b = 100 \end{cases}$$

$$-21a - b = 0$$

$$\underline{42a + b = 100}$$

$$21a = 100$$

$$\boxed{a = 4,76}$$

$$(42 \cdot 4,76) + b = 100$$

$$b = 100 - 199,92$$

$$\boxed{b = -99,92}$$

$$\boxed{y = 4,76x - 99,92}$$

Onde:

y = unidade crítica de degradação

x = valor significativo encontrado

$$y = (4,76 \cdot 22) - 99,92 \therefore$$

$$\mathbf{y = 4,8 \%}$$