

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA DO RIACHO DO TRONCO, BOA VISTA, PB: UMA FERRAMENTA AO DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA.

Josandra Araújo Barreto de Melo¹; Eduardo Rodrigues Viana de Lima²; Nadjacélia Vilar Almeida³; Janaína Barbosa da Silva⁴

RESUMO

A partir da subdivisão da microbacia do Riacho do Tronco em oito sub-microbacias, objetivou-se realizar o Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC) possibilitando identificar as aptidões de uso/ocupação das terras em cada uma, as áreas de conflitos de uso e o nível de degradação ambiental da microbacia como um todo. Tendo como matriz metodológica a abordagem sistêmica e fazendo-se uso de técnicas de geoprocessamento e trabalho de campo, foram calculados os parâmetros sugeridos na metodologia proposta por Rocha (1997), que permitiram o estabelecimento do Coeficiente de Rugosidade de cada sub-microbacia, permitindo identificar a aptidão natural das mesmas, objetivo maior do DFC. Os resultados demonstraram que quatro sub-microbacias são aptas para agricultura, três para pecuária/florestamento e uma apenas para florestamento; também se diagnosticou o uso/ocupação das terras atual e foram identificados os conflitos decorrentes da prática de atividades dissonantes da vocação natural das sub-microbacias, dos percentuais de solo exposto e áreas de mineração, presentes em algumas sub-microbacias; Dessa forma, foi possível verificar que a Microbacia do Riacho do Tronco tem um percentual de degradação de 42,77%, requerendo a implementação de ações sustentáveis, a serem implementadas pelo poder público e sociedade organizada visando à minimização dos riscos à desertificação no local.

Palavras-chave: Microbacia Hidrográfica; Degradação Ambiental; Desertificação.

ABSTRACT

From the subdivision of the watershed of Riacho do Tronco in eight sub-watersheds, aiming develop the diagnosis physical conservationist for diagnose the ability to use of land in each, determine the areas of use conflicts and the level of environmental degradation of the watershed as a whole. Utilizing the systems approach as methodological matrix and with the use of GIS and field work, we calculated the environmental parameters that allowed the establishment of the ruggedness coefficient of each sub-watershed, second methodology proposed by Rocha (1997), enabling the classification of the natural ability of each. The results showed that four are suitable for agriculture, three for livestock and reforestation and one for reforestation only, was also possible to diagnose the use of land of each one and the determination of use conflicts, represented by the use of soil with activities at odds with the natural vocation of some of sub-watershed, as well as the percentage of exposed soil, present in all areas of mining in the in some sub-watersheds. Thus, it was found that the watershed of Riacho do Tronco has a rate of degradation of 42.77%, requiring the implementation of sustained, which must be implemented by the government and organized society to minimize the risk of desertification.

Keywords: Watershed; Environmental degradation; Desertification.

INTRODUÇÃO

Atualmente, vem aumentando as preocupações da sociedade quanto à necessidade de conservação ambiental, tendo em vista o aumento do nível de degradação decorrente do modelo de desenvolvimento vigente, no qual predominam valores materialistas que não levam em consideração a capacidade de regeneração da natureza (SACHS, 2007, p. 9).

Em se tratando de questões ambientais, existe a necessidade de desenvolvimento de estudos integradores, sendo válida a adoção da microbacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento, visto que integra a complexidade do ambiente, possibilitando analisar as conseqüências da ação social sobre o meio, de forma sistêmica (TUNDISI, 2003, p. 3).

Além disso, vê-se que a ocupação desses ambientes vem ocorrendo de forma desordenada, ocasionando o aumento da degradação e propensão do meio a desastres, como o da desertificação que vem ocorrendo no Semi-árido brasileiro, atingindo cerca de 55,25% do território, sendo a Paraíba o Estado mais afetado. Segundo dados do Greenpeace (2006), aproximadamente 29% do território paraibano está comprometido, afetando mais de 653 mil pessoas.

Segundo Rocha (1997), o Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC) deve ser sempre o primeiro levantamento de informações a ser efetuado visando o manejo sustentável de uma bacia hidrográfica. Conforme Rocha e Daltrozo (2008), o DFC visa contribuir para a utilização racional e sustentável dos recursos naturais renováveis, através do estudo das características físicas da terra. As informações fornecidas por este instrumento permitem a formulação de medidas para o controle da erosão e das cheias, dos impactos advindos das atividades agropecuárias e o planejamento e localização espacial das ações de florestamento.

Para elaboração deste diagnóstico, as bacias, sub-bacias ou microbacias são subdivididas possibilitando a aplicação de técnicas de quantificação de parâmetros ambientais que possibilitam a determinação da aptidão natural de cada unidade, no caso presente, as sub-microbacias. Essa determinação é efetuada a partir da relação entre a densidade de drenagem e a declividade, originando o Coeficiente de Rugosidade (CR). A amplitude e o intervalo gerados a partir do maior e menor CR é que direciona o uso potencial das terras.

No Brasil, muitos estudos de degradação ambiental vêm sendo desenvolvidos a partir dos DFC, podendo-se citar as contribuições de Beltrame (1994), na bacia do Rio do Cedro, SC; Ferreti (2003), na bacia do rio Guaraqueçaba, PR; Baracuhy et al. (2003), na microbacia de Paus Brancos, PB; Carvalho (2004), na bacia do rio Quebra-perna, PR; Martins et al.

(2005), na sub-bacia do Arroio Cadena, RS; Campos et al. (2005), no Ribeirão Lavapés, SP, dentre outros.

Dessa forma, no contexto do Semi-árido, onde as secas periódicas afetam o equilíbrio ambiental atingindo, principalmente a população pobre, que passa a procurar nos recursos naturais, como a vegetação, uma forma de geração e/ou complementação da renda, tornando o ambiente vulnerável à desertificação, esses estudos são fundamentais. Segundo informações do IPCC (2001), no Semi-árido, desmatamentos e queimadas são os principais agravantes da desertificação, pois a redução da cobertura vegetal acelera a erosão, aumenta a evapotranspiração potencial, aumentando o déficit do balanço entre captação e perda de água.

Além disso, acrescenta-se que o uso dos Sistemas de Informações Geográficas e do Sensoriamento Remoto, auxiliados pelo conhecimento da realidade, dos aspectos técnicos e da legislação, permite ao poder público e população local verificar a viabilidade de adoção de medidas de mitigação do atual grau de degradação ambiental.

A partir do exposto, objetiva-se, a partir da sub-divisão da microbacia do Riacho do Tronco em oito sub-microbacias, realizar o DFC, possibilitando identificar a aptidão de uso do solo em cada uma, determinar as áreas de conflitos de uso e o nível de degradação da microbacia como um todo, fornecendo subsídios para o ordenamento territorial da área e conseqüente redução dos riscos à desertificação.

MATERIAL E MÉTODOS

A Microbacia em análise localiza-se na zona rural do município de Boa Vista, PB, entre as coordenadas UTM 804117 e 820006 m E e 9185857 e 9197073 m N, conforme Fig. 1.

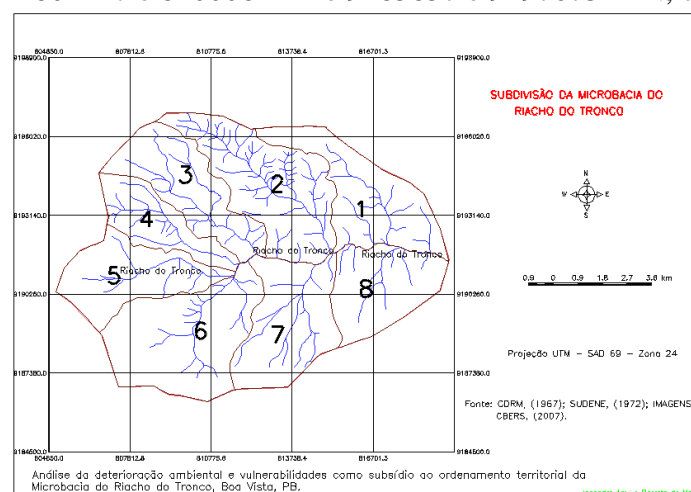


Figura 1. Microbacia do Riacho do Tronco, localizada na zona rural do município de Boa Vista, PB. Fonte: Adaptado de fotografias aéreas de 1967 disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Estado da Paraíba (CDRM) e carta topográfica de 1972, elaborada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

A microbacia do Riacho do Tronco é uma das contribuintes da Sub-bacia do riacho São Pedro, um dos principais afluentes do rio Bodocongó, integrante do Médio Paraíba. No entanto, toda a sua rede de canais tem regime intermitente, visto que o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh, quente e seco, com precipitações locais que não ultrapassam 500 mm/ano, distribuídas em cerca de três meses consecutivos anuais, e evaporação em torno de 2.000 mm anuais, o que gera um elevado déficit hídrico (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2006, p. 17).

Como forma de melhor sistematizar o presente trabalho numa perspectiva sistêmica, assim como aplicar a metodologia preconizada por Rocha (1997), a área total da microbacia foi subdividida em oito sub-microbacias hidrográficas, o que melhor viabilizou o trabalho de campo e, conseqüentemente, os cálculos dos parâmetros ambientais em laboratório.

Material utilizado

- Software SPRING 4.3.3, obtido do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE;
- Imagens multiespectrais do Satélite CBERS-2, sensor CCD, obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, com resolução espacial de 20 m;
- Fotografias aéreas cedidas pela CDRM, na escala de 1:70.000, datadas de 09 e 10 de dezembro de 1967, com a seguinte identificação: D7-03/C7-867, D7-03/C7-868, D7-03/C7-869, PC-D7-07-889, PC-D7-07-890, PC-D7-07-891;
- Carta Topográfica (na escala de 1:100.000), elaborada pela SUDENE (1972);
- Dados de altimetria obtidos de imagens do SRTM (2008);
- Equipamento GPS, marca Garmim, modelo Venture;
- Aplicativos de edição de texto, planilhas e figuras.

Procedimentos Metodológicos

Após a escolha da área de estudo, ocorrida em função do conhecimento do local, da alta vulnerabilidade socioeconômica da população e da possibilidade de analisar integradamente as relações sociedade-natureza, foi realizado trabalho de campo para estabelecer contato direto com a população e georreferenciar alguns impactos, possibilitando uma melhor distinção dos alvos nas imagens, como a identificação da substituição da mata ciliar por Algaroba na maior parte dos rios, de áreas de deposição de rejeitos de mineração, dentre

outros. A partir da coleta de informações em campo foi possível aplicar a metodologia para realizar o Diagnóstico Físico-Conservacionista, através da realização das seguintes etapas:

- Delimitação da microbacia, a partir da identificação dos divisores de água, mediante interpretação das fotografias aéreas, com estereoscópico de espelho; em seguida essas informações foram inseridas em banco de dados do SPRING, versão 4.3.3;

- Criação do Banco de Dados no *software* SPRING, a partir dos dados da carta topográfica e das imagens do satélite CBERS-2, sensor CCD, órbita 147, ponto 108, datada de 06 de abril de 2007;

- Importação para o SPRING dos dados de altimetria obtidos de imagens do SRTM (2008), que permitiram a elaboração das curvas de nível, com equidistância de 5 metros e a subdivisão da área da microbacia em oito sub-microbacias hidrográficas, procedimento necessário à aplicação da metodologia proposta por Rocha (1997);

- Processamento digital das imagens, mediante os seguintes procedimentos:

- Georreferenciamento das imagens: realizado através da criação de cinco pontos de controle assinalados na carta topográfica, a partir de aspectos singulares da rede de drenagem da microbacia, que foram concomitantemente identificados na imagem;

- Segmentação: pelo método Crescimento de Regiões;

- Classificação de padrões: se deu através do método de Extração de Regiões, sendo constituída pelas fases de treinamento, classificação e mapeamento. Utilizou-se o classificador Bhattacharya, com limiar de aceitação de 99,9%;

- Leitura das medidas de classes (vegetação densa, semi-densa, pecuária, agricultura, solo exposto, mineração, e reservatórios de água): possibilitou a elaboração dos percentuais de cada classe em todas as sub-microbacias;

- Editoração dos mapas temáticos: os mapas foram criados no módulo SCARTA, *software* complementar que acompanha o SPRING;

- Paralelamente, através da ferramenta Operações Métricas do SPRING, foi feita a aplicação da metodologia prescrita por Rocha (1997), a partir das seguintes etapas:

- Comprimento da vazão superficial (L): quanto maior for o valor de C, maior será o perigo da erosão. Para determinar tal valor utilizou-se a seguinte equação: $C = \sum L_i$

Sendo:

$\sum L_i$ = somatório das distâncias equidistantes desde a linha do divisor de águas ao primeiro afluente (ravina) em cada sub-microbacia;

C = comprimento da vazão superficial, em km.

- Densidade de drenagem: corresponde ao somatório do comprimento das ravinas, canais e tributários divididos pela área da sub-microbacia;

- Somatório das curvas de nível: também obtido, em cada sub-microbacia, mediante o uso da ferramenta Operações Métricas do SPRING;

- Declividade média: o método utilizado por Rocha (1997) para calcular a declividade média de uma sub-microbacia é dado pela equação: $H = 100. (\sum lCN . \Delta h)/A$

Sendo:

H = declividade média (%);

$\sum lCN$ = somatório do comprimento das curvas de nível (CN) em (m);

Δh = equidistância entre as curvas de nível (m);

A = área da sub-microbacia (ha).

- Coeficiente de Rugosidade: a determinação de tal coeficiente comparada com o uso do solo atual identifica as áreas de conflitos ambientais nas bacias hidrográficas, dessa forma constitui uma ferramenta imprescindível ao planejamento. Ele pode ser definido de acordo com a equação: $CR = D \times H$;

Sendo:

CR = coeficiente de rugosidade;

D = densidade de drenagem;

H = declividade média.

Rocha (1997) aponta quatro classes de aptidão de uso da terra, estabelecidas em função da relação entre o maior e o menor CR, a saber: A, B, C e D, aptas respectivamente para agricultura/urbanismo, pastagem, pastagem/florestamento e apenas florestamento. A aptidão de cada sub-microbacia é estabelecida a partir da relação entre os elementos: amplitude, estabelecida pela diferença entre o maior e o menor CR e intervalo, calculado pela divisão da amplitude por quatro, que é o número de classes de aptidões;

- Cálculo das classes de uso/ocupação da terra: após classificação da imagem, foi possível estabelecer os percentuais, que permitiram o estabelecimento dos parâmetros: identificação de áreas de conflitos de uso e das áreas disponíveis e em excesso para agricultura; cálculo dos percentuais de vegetação, das áreas a florestar, das áreas a serem trabalhadas em cada sub-microbacia para o manejo adequado e do grau de degradação ambiental por sub-microbacia e da microbacia do R. do Tronco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aptidão de uso/ocupação das terras

Na Tab. 1 encontra-se a aptidão de uso das terras por sub-microbacia. Acrescente-se que Σ RCT representa o somatório do comprimento das ravinas, canais e tributários; Σ CN a soma das curvas de nível; D à Densidade de drenagem; CR ao Coeficiente de Rugosidade.

Tabela 1. Aptidão do uso/ocupação das terras por sub-microbacia.

Classes de CR	Sub-microbacia	Σ RCT (Km)	Σ CN (hm)	Área (ha)	Declividade		D (Km/ha)	CR
					Adimensional	%		
A	1	4,95	935,00	1353,24	0,0345	3,45	11,52	39,74
D	2	13,29	1329,16	1744,76	0,0381	3,81	24,55	93,53
C	3	2,09	929,19	1229,16	0,0378	3,78	16,83	63,61
C	4	3,01	519,92	770,48	0,0337	3,37	19,94	67,19
A	5	4,65	654,64	1150,52	0,0284	2,84	10,50	29,82
A	6	10,63	1217,97	1854,52	0,0328	3,28	8,54	28,01
C	7	4,15	1505,65	1371,92	0,0549	5,49	13,23	72,63
A	8	5,62	672,16	1081,92	0,0311	3,11	10,20	31,72

A Tab. 2 apresenta as classes de CR, o intervalo de domínio, os valores por sub-microbacias e a forma como o solo deve ser ocupado, de acordo com sua vocação natural.

Tabela 2. Coeficientes de Rugosidade, intervalo, valores encontrados e usos correspondentes.

Classe	Intervalo de domínio (valores de CR)	Uso	Valores encontrados
A	$28,01 + 16,38 = 44,39$	Agricultura	28,01; 29,82; 31,72 e 39,74
B	$44,40 + 16,38 = 60,78$	Pecuária	-
C	$60,79 + 16,38 = 77,17$	Pecuária/floresta	63,61; 67,19 e 72,63
D	$77,18 - 93,53$	Floresta	93,53

A classe A abrange as sub-microbacias um, cinco, seis e oito; nenhuma sub-microbacia se enquadra na classe B; a classe C abrange as sub-microbacias três, quatro e sete; e a sub-microbacia dois se enquadra na classe D, por congregarem o maior produto resultante da relação entre a densidade de drenagem e a declividade média. A Fig. 2 espacializa tal distribuição.

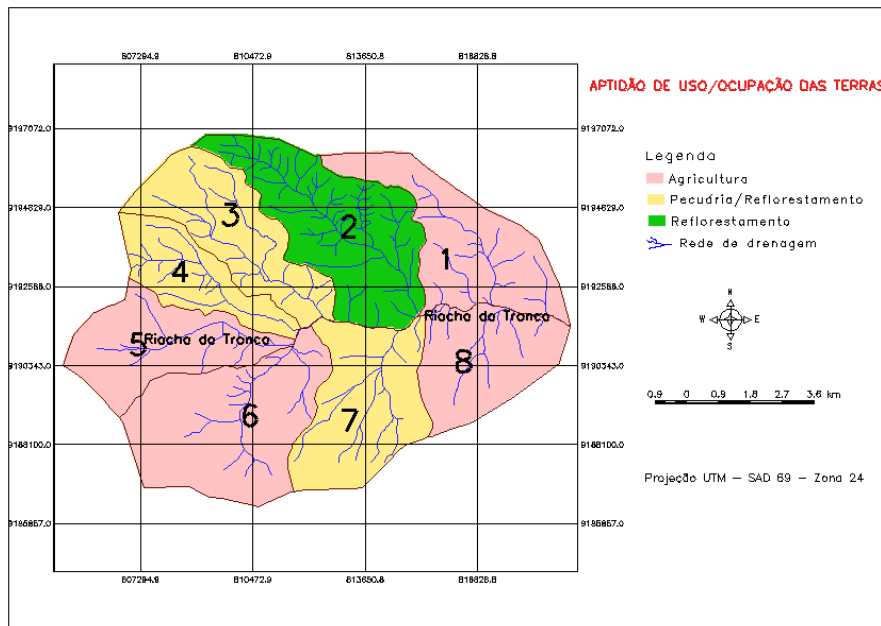


Figura 2. Aptidão de uso/ocupação das terras por sub-microbacia.

Quanto à declividade média, vê-se na Tab. 1 que todas as sub-microbacias apresentam tal índice inferior a 10%, não sendo o relevo um fator limitante para o desenvolvimento das atividades econômicas. A maior declividade (5,49%) foi diagnosticada na sub-microbacia sete, devido à presença da Serra do Monte, na sua porção sul; a sub-microbacia cinco é a mais plana e nela localiza-se a nascente do Riacho do Tronco. Pelos parâmetros da metodologia, a restrição que ocorre para o desempenho das atividades agrícolas em algumas sub-microbacias se dá pela acentuada rede de drenagem que, mesmo intermitente, quando da ocorrência de chuvas, carrega o solo desprotegido para o leito dos rios e açudes, o que reforça a conclusão de que essas áreas devem estar protegidas por vegetação.

A inaptidão agrícola dessas terras já vem sendo relatada há algum tempo, mesmo que por outros condicionantes. Segundo o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba, (1978), as terras do município de Boa Vista não são aptas para agricultura, devido à escassez hídrica. Tal instrumento direciona o uso das mesmas para a pecuária, com a adoção de técnicas conservacionistas, entretanto, nos moldes em que a atividade vem se desenvolvendo, está se acentuando o grau de degradação ambiental. Esse fato é comum no Semi-árido, mas também em outras regiões, a exemplo do que concluíram Campos et al. (2005), ao fazerem o levantamento físico-conservacionista do Ribeirão Lavapés, Botucatu, SP e encontrarem um percentual de deterioração de 69,46%, sendo a pecuária um dos principais agravantes.

Com relação à densidade de drenagem, vê-se na Tab. 1 uma maior representatividade da mesma na sub-microbacia dois que, por este motivo, teve sua aptidão direcionada apenas ao

florestamento, fazendo-se necessária a recomposição da vegetação das Áreas de Preservação Permanentes, bem como a orientação para que não haja exploração agropecuária. Entretanto, nessa área está localizada a antiga Fazenda Malhada, que foi desapropriada pelo INCRA e transformada em 44 lotes para o assentamento, agravando os conflitos de uso no local.

Ainda como agravante para o seu uso agrícola, tem-se que a classe de solo predominante em quase 90% do seu território é a Associação entre PLANOSSOLOS NÁTRICOS sálicos Típicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos (EMBRAPA, 2006), caracterizados como solos halomórficos, com horizonte B com saturação com sódio trocável acima de 15%, rasos e mal drenados, apresentando baixa fertilidade associada à forte aridez, constituindo limitações severas ao aproveitamento agrícola (BRASIL, 1972, p. 437).

Por fim, as demais unidades (de Classe A) estão aptas para serem ocupadas com atividades agrícolas, entretanto apenas a sub-microbacia um concentra ocupação humana, sendo a pecuária responsável por mais de 50% do uso do solo, enquanto as áreas agrícolas representam menos de 30%, além de serem direcionadas ao abastecimento da pecuária, como é o caso da palma (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach), devido as pequenas precipitações ocorridas comumente; as demais sub-microbacias são áreas de latifúndios para o desenvolvimento da pecuária e da mineração, atividade mais representativa na sub-microbacia seis.

3.1. Uso/ocupação das terras na atualidade

A Fig. 3 e Tab. 3. apresentam o uso/ocupação das terras no mês de abril de 2007.

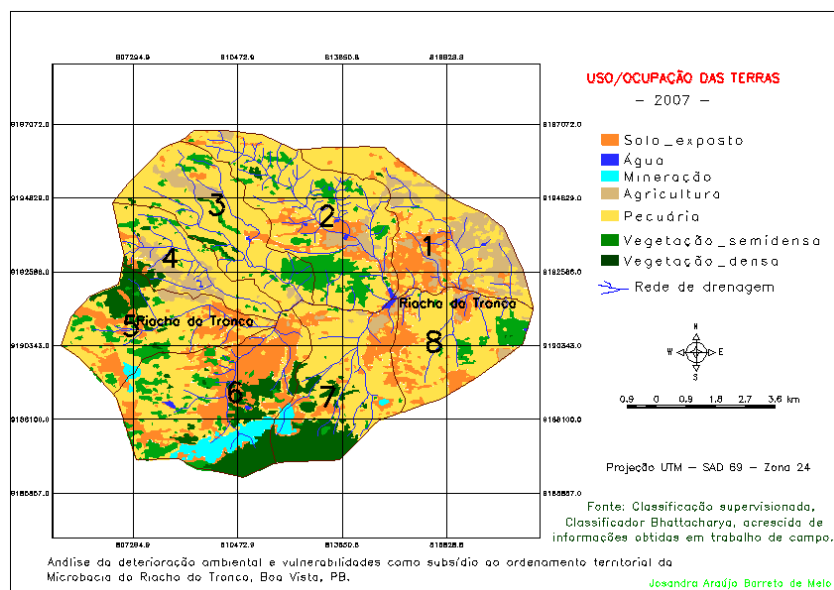


Figura 3. Uso/ocupação das terras por sub-microbacia.

Fonte: Classificação Supervisionada no SPRING 4.3.3 apoiada por trabalho de campo.

Tabela 3. Uso/ocupação do solo em cada uma das sub-microbacias.

Sub-microbacia	Área (ha)	Caatinga Densa (ha)	Caatinga Semi-densa (ha)	Pecuária (ha)	Áreas agrícolas (ha)	Espelho de Água (ha)	Mineração (ha)	Solo Exposto (ha)
1	1.353,24	1,24	3,04	697,36	357,68	2,72	0,00	291,20
		0,09%	0,22%	51,53%	26,44%	0,20%	0%	21,52%
2	1.744,76	9,12	266,52	1139,00	94,56	8,28	0,00	227,28
		0,52%	15,27%	65,28%	5,43%	0,47%	0%	13,03%
3	1.229,16	25,88	134,80	963,72	68,92	1,40	0,00	34,44
		2,10%	10,97%	78,40%	5,62%	1,11%	0%	2,80%
4	770,48	44,12	31,36	526,12	139,96	2,56	0,00	26,36
		5,73%	4,07%	68,28%	18,17%	0,33%	0%	3,42%
5	1.150,52	146,44	106,80	609,04	30,72	0,00	10,12	247,40
		12,73%	9,28%	52,93%	2,68%	0%	0,88%	21,50%
6	1.854,52	316,40	192,80	582,20	1,04	5,12	163,36	593,60
		17,06%	10,39%	31,39%	0,06%	0,28%	8,81%	32,01%
7	1.371,92	324,96	13,28	730,60	31,76	5,04	43,40	222,88
		23,69%	0,98%	53,25%	2,31%	0,37%	3,16%	16,24%
8	1.081,92	0,96	109,88	704,28	40,76	2,32	0,00	223,72
		0,09%	10,16%	65,09%	3,77%	0,21%	0%	20,68%

Observa-se a predominância das áreas de pecuária sobre os demais usos, embora nem todas as sub-microbacias tenham tal vocação. Nota-se pela classificação que, apesar de haver uma separação entre áreas ocupadas por pecuária e vegetação semi-densa, a última categoria faz parte das áreas que congregam a primeira, encontrando-se em locais cuja exploração não é tão intensa.

Pode-se verificar também que, em todas as sub-microbacias, o percentual de vegetação densa é pequeno; quanto à vegetação semi-densa, vê-se que é nas sub-microbacias um e sete, que os valores são mais deficitários. Isso ocorre porque a sub-microbacia um é a mais ocupada e a sete é utilizada com pastagens.

No que concerne as áreas agrícolas, são escassas. Isso não ocorre pelo conhecimento da população sobre os parâmetros dessa metodologia, mas devido às limitações hídricas; à insuficiência de mão de obra, visto que os preços pagos pelos serviços são baixos; os baixos preços dos produtos no mercado, que não compensam maiores investimentos em produção.

Dessa forma, os plantios são representados apenas por algumas culturas – milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), que se desenvolvem apenas no período de chuvas e, de forma mais representativa, pela palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), que é utilizada como fonte de alimentação animal, embora pudesse ser mais explorada nas sub-microbacias de vocação agrícola, tendo em vista ser uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais (SILVA e SANTOS, 2006, p. 1).

Por outro lado, é nas sub-microbacias de vocação agrícola que se encontram os maiores percentuais de solo exposto, entretanto os mesmos não são decorrentes do uso anterior com agricultura, mas com pastagem (sub-microbacias um e oito) e mineração (sub-microbacias cinco e seis). Há que se destacar que a atividade de mineração não deixa o solo exposto apenas nas áreas de exploração da argila Bentonita, mas existem os trabalhos de prospecção, nos quais são removidas as camadas de solo e realocadas nas imediações e de deposição dos resíduos da mineração, que não são reaproveitados para nenhum fim.

Trata-se de um impacto que já atinge dezenas de hectares. A partir da fiscalização dos órgãos ambientais, o material residual vem sendo recoberto por uma camada de solo e vêm sendo introduzidas espécies nativas, principalmente cactos, numa tentativa de reflorestamento, entretanto o êxito é mínimo, tendo em vista se tratar apenas de uma remediação para cumprir exigências legais.

Ainda de acordo com a Tab. 3, vê-se que uma das características típicas das microbacias do Semi-árido também foi observada nas sub-microbacias estudadas – trata-se da pequena quantidade de reservatórios de água. O total contabilizado na microbacia como um todo (27,44 ha), é resultante do acúmulo em algumas pequenas barragens e açudes. Esses resultados corroboram com os encontrados por Pereira et al. (2009) quando analisaram imagens de satélite do município de São João do Cariri, também no Semiárido paraibano e constataram tal escassez.

As etapas até aqui apresentadas constituem a base para a elaboração da Tab. 4, que apresenta as variáveis que compõem o DFC da microbacia em análise.

Tabela 4. Variáveis que possibilitaram a realização do DFC.

Sub-microbacia	Classes de CR	Área	Conflitos	Vegetação	Área a florestar*	D/E	Área a ser trabalhada	Área degradada
		(ha)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	A	1.353,24	21,52	0,32	24,68	- 51,53	97,73	46,20
2	D	1.744,76	83,73	15,80	9,20	+ 5,42	98,34	92,93
3	C	1.229,16	8,41	13,07	11,93	+ 5,61	25,94	20,34
4	C	770,48	21,59	9,80	15,20	+ 8,16	54,95	36,78
5	A	1.150,52	22,39	22,01	2,99	- 52,94	78,30	25,37
6	A	1.854,52	40,82	27,46	-	- 31,39	72,21	40,82
7	C	1.371,92	21,72	24,65	0,34	+ 2,32	24,39	22,07
8	A	1.081,92	20,68	10,25	14,76	- 65,09	100,0	35,43
Total		10.556,52	33,70	16,36	9,07	+ 3,17/ - 24,56	70,45	42,77

*Considerando-se o percentual de 25%, estabelecido pelo Código Florestal (1965) para as microbacias com declividades inferiores a 15%.

Levando-se em consideração que as áreas de conflitos são entendidas como aquelas em que o uso das terras não está de acordo com sua aptidão (FREITAS e CARVALHO, 2007, p. 111), no caso presente, como todas as sub-microbacias possuem declividades médias inferiores a 10%, os conflitos só ocorrem nas sub-microbacias de classe A com a presença de solo exposto e mineração; de classes C e D com qualquer tipo de agricultura, bem como com solo exposto e mineração; e, no caso da sub-microbacia dois, de classe D, também com a presença de pecuária, visto que sua aptidão é apenas para florestamento.

Verifica-se que todas as sub-microbacias apresentam conflitos, embora os percentuais mais críticos ocorram nas sub-microbacias dois e seis correspondendo, respectivamente, a 83,73% e 40,82% da área. Por outro lado, a sub-microbacia três foi a que apresentou o menor percentual (8,41%), ocasionado pela agricultura e solo exposto.

Com relação à cobertura florestal, todas as sub-microbacias apresentam defasagem nos percentuais preconizados para um bom manejo integrado que, segundo o Código Florestal Brasileiro (1965), para as bacias de declividade inferior a 15%, é de 25%. A única exceção foi a sub-microbacia seis, que ainda concentra 27,46% de vegetação, embora esse número se deva a presença da Área de Proteção Ambiental da Serra do Monte, pois assim como as demais sub-microbacias, nessa também a mata ciliar e a vegetação das nascentes deram lugar a outros usos, requerendo, igualmente, o reflorestamento desses setores estratégicos.

Enquanto isso, as sub-microbacias um e quatro são as que apresentam um maior déficit de vegetação em relação ao percentual de 25%, demonstrando a magnitude do antropismo no local. Esses resultados corroboram com os encontrados por Baracuhy et al. (2003), quando analisaram a deterioração físico-conservacionista da microbacia de Paus Brancos, localizada em área limítrofe com a presente e verificaram deterioração de até 100% da cobertura vegetal em algumas sub-microbacias.

Quanto às áreas a florestar, vê-se que na microbacia como um todo, é de 957,13 ha, devendo ser priorizadas as Áreas de Proteção Permanentes. Entretanto, nas sub-microbacias de menor densidade de drenagem, mesmo tais áreas sendo reflorestadas, o percentual de vegetação não chegará a 25%, requerendo, portanto, fiscalização e incentivo dos órgãos ambientais para o cumprimento, pelos proprietários, do percentual que deve ser direcionado para as áreas de Reserva Legal, ou seja, de 20% da propriedade. Ressalta-se que deve haver um planejamento seguido de um processo de conscientização da população para tal fim.

No que concerne às variáveis disponibilidade e excesso de áreas para agricultura (D/E), vê-se que nas sub-microbacias de Classe A existe disponibilidade para tal fim, embora sendo

nas sub-microbacias cinco, seis e oito onde menos se encontra culturas agrícolas, sendo utilizadas para mineração e pastagem; já as sub-microbacias dois, três, quatro e sete apresentam excessos, ou seja, concentram percentuais maiores do que deveriam, porém isso não se deve a ocupação do solo com agricultura, mas pela vocação natural de cada uma.

Ainda se pode verificar na Tab. 4 que mais de 70% do território da microbacia como um todo deve ser trabalhado com ações de recuperação ambiental, visando a reversão dos conflitos e da degradação ambiental. A degradação de cada sub-microbacia foi avaliada levando-se em consideração as áreas de conflitos e as áreas a florestar e retratam a prioridade do manejo integrado visando à reversão de tal processo.

Por fim, a partir da média estabelecida entre os percentuais de degradação das oito sub-microbacias, contabilizou-se um grau de degradação geral da microbacia do Riacho do Tronco, de 42,77%. Esse resultado é muito preocupante, tendo em vista o comprometimento de ambientes estratégicos (nascentes e matas ciliares), a perda de fertilidade dos solos e a exposição à erosão, deixando a área vulnerável ao processo de desertificação.

CONCLUSÕES

A Microbacia do Riacho do Tronco já congrega, concomitantemente, vários aspectos que a tornam vulnerável à ampliação do processo de desertificação, decorrentes do alto nível de degradação ambiental (42,77%), estabelecido a partir da elaboração do DFC apresentado.

Esse percentual de degradação embasa a certeza de que é premente a necessidade de ações que primem pela sustentabilidade, através da implementação de ações de recuperação ambiental em todas as sub-microbacias. Tais ações devem ser produto de um planejamento consistente que leve ao ordenamento do território, a partir da ação conjunta entre o poder público e sociedade civil organizada.

REFERÊNCIAS

BARACUHY, J. G. V. et al. Deterioração físico-conservacionista da microbacia hidrográfica do riacho Paus Brancos, Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n.1, p.159-164, jan./abr. 2003.

BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994, 112 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório de reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: M.A./CONTAP/USAID/BRASIL, 1972, 683 p.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de set. de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Brasília, 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil.htm>>. Acesso em: 10 set. 2008.

CÂMARA, G. et al. SPRING: integrating remote sensing and gis by objectoriented data modellling. **Computers & graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, mai./jun. 1996.

CAMPOS, S. et al. Levantamento físico-conservacionista do Ribeirão Lavapés, Botucatu, SP. **Rev. Fac. Agron.**, Caracas, v. 22, n. 2, p. 170-184, abr. 2005.

CARVALHO, S. M. **O Diagnóstico físico-conservacionista como subsídio à gestão ambiental da bacia do rio Quebra-Perna, PR**, 2004, 169 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006, 306 p.

FERRETI, E. R. **Diagnóstico Físico-Conservacionista: Instrumento para o plano de bacias hidrográficas - uma aplicação na bacia do rio Tagaçaba, Município de Guaraqueçaba, PR**. 2003. 183 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

FREITAS, A. R.; CARVALHO, S. M. O uso da terra e a legislação: o caso da bacia hidrográfica do rio Cará-cará, Ponta Grossa, PR. **Terr@ Plural**, Ponta Grossa, v. 1, n. 12, p. 111-118, ago./dez. 2007.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba - CDRM. Fotografias Aéreas, 1967. Escala 1:70. 000.

_____. **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Secretaria da Agricultura/UFPB/FUNAPE, 1978.

_____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Governo da Paraíba/Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Meio Ambiente/Secretaria Executiva da Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Brasília: Consórcio TC/BR, 2006, 112 p.

_____. Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba - AESA. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2008.

GREENPEACE. **Mudanças de clima, mudança de vida**. Greenpeace Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br/clima>>. Acesso em: 30 maio 2008.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change**, Chapter 19, p. 779-810. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

MARTINS, F. B. et al. Zoneamento Ambiental da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria, RS: estudo de caso. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 315-322, jul./set. 2005.

PEREIRA, R. A. et al. Análise do comportamento espectral da cobertura vegetal de uma área de Caatinga, após sucessivas estiagens. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 10, n. 29, p. 88-96, maio 2009.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997, 446 p.

ROCHA, J. S. M.; DALTROZO, C. C. Florestamentos compensatórios para retenção de água em microbacias. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.23, n.1, p.71-75, 2008.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Cortez Editora, 2007, 472 p.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**. V. VII, p. 1-13, 2006.

SRTM. Shuttle Radar Topography Mission. **Mapping the world in 3 dimensions**. Disponível em: < <http://srtm.usgs.gov/>>. Acesso: 24 out. 2008.

SUDENE, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Carta Topográfica do Município de Boqueirão, PB (SB-24-Z-D-III)**, 1972. Escala 1:100.000.

TUNDISI, J. G. A bacia hidrográfica como laboratório experimental... In: SCHIEL, D. et. al.. **O estudo de bacias hidrográficas: uma estratégia para educação ambiental**. 2ª. ed. São Carlos: RiMa, 2002, p. 3-8.