



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
ÁREA DE GEOTECNOLOGIAS

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO: CONFLITO
AMBIENTAL DE USO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Recife-PE, julho de 2020

SALATIEL EWEN BRAGA

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO: CONFLITO
AMBIENTAL DE USO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Relatório conclusão de estágio curricular supervisionado obrigatório apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Pernambuco, referente as atividades desenvolvidas pelo graduando Salatiel Ewen Braga.

Recife-PE, julho de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B813c

Braga, salatiel Ewen

CONFLITO AMBIENTAL DE USO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS / salatiel Ewen Braga. - 2020.
28 f. : il.

Orientador: Anildo Monteiro Caldas.

Coorientador: Fernando Cartaxo Rolim Neto.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Agronomia, Recife, 2021.

1. Diagnóstico Geoambiental. 2. Meio Ambiente. 3. Morfometria. 4. SIG. 5. MDE. I. Caldas, Anildo Monteiro,
orient. II. Neto, Fernando Cartaxo Rolim, coorient. III. Título

CDD 630

AGRADECIMENTOS

Eu, Salatiel Ewen Braga, agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida;

À todas as pessoas que participaram direta e indiretamente da minha trajetória acadêmica;

Agradeço imensamente ao professor Fernando Cartaxo Rolim Neto e ao Técnico Administrativo Ricardo Andrade Wanderley por me dar oportunidade do primeiro estágio. Aos professores integrantes do GeoLab Professor Anildo Monteiro, Professora Ioneide Alves e ao Professor Alessandro Herbert, que sempre me acolheram como filho e sempre serão uma referência na minha vida;

À todos os Professores que tive o prazer de aprender um pouco da profissão de agrônomo em suas aulas, e a grandes professores que me fizeram ter convicção que essa seria a profissão de minha vida, Prof. Manoel Guedes, Prof. Brivaldo, Prof. Angelica, Prof. Antônio, Profa. Rejane, Prof. Álvaro, Prof. Fernando Freire, Prof. José Luiz;

À Pró-reitoria de Extensão e Cultura no nome do professor Roberto de Albuquerque Melo, por todo apoio fornecido durante a minha graduação;

À grandes professores que tive o prazer de trabalhar indiretamente ao Professor Manoel Vieira, Professor Raimundo Mainar, Professor José do Egito e Professor Pedro Marinho;

Aos servidores que tive o prazer de conhecer: Abraão, Josias, Edinalva, Ricardo, Junior Granja, Marcio, Abinoan, Adna, Leandro e João

Ao servidor e Tio José Abmael por todas as conversas, conselhos e apoio fundamental durante minha jornada acadêmica;

Por fim mas não menos importante agradeço a todos os meus amigos que compartilharam um pouco de suas vidas comigo: Arthur, João Gabriel, Lucas, Danilo, Jenny, Rizzi, Allana, Cicero, Bruna, Rayonay, Pedro, Bruno, Eduarda, Lobo,

SUMÁRIO

1. RESUMO	2
2. INTRODUÇÃO	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. GERAL	4
3.2. ESPECÍFICOS	4
4. METODOLOGIA.....	4
4.1. Área de estudo	4
4.2. Base de dados e programas informatizados	6
4.3. Mapas temáticos	6
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
11. PARECER DO ORIENTADOR	23

1. RESUMO

A crescente expansão não planejada das atividades agropecuárias sem um levantamento prévio das potencialidades e limitações quanto ao uso do solo, apresenta significativo risco de deterioração do meio ambiente. A atividade agropecuária não planejada representa grande risco ambiental, elevando o índice de erosão por ocupar áreas impróprias devido à sua topografia, ou por atividades poluentes que podem prejudicar os ecossistemas adjacentes, seja por assoreamento dos fluxos superficiais de água ou até mesmo por contaminação de agroquímicos.

Esta pesquisa objetivou desenvolver um diagnóstico geoambiental para a região da bacia do Tapacurá nas áreas de possível ocorrência de conflito de uso do solo. Utilizando-se cenas de radar da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), reprojetaadas com *Datum* SIRGAS 2000 em projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e mosaico de imagens de sensor óptico/termal do satélite Landsat-8, submetidos a processamento e análises em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Como resultados desta pesquisa, obtiveram-se a delimitação digital da área de interesse no formato vetorial, bem como, os mapas de declividade reclassificados conforme as classes preconizadas pela Embrapa Solos; somando-se a estes foram obtidas as características morfométricas dos compartimentos hidrológicos contidos na área de interesse, a saber: rede de drenagem, comprimento do talvegue principal, perímetro da bacia, somatório dos cursos d'água e a densidade da rede de drenagem. Estes parâmetros foram calculados pelo módulo *ARCSWAT*, na plataforma ArcGIS 9 da ESRI. Uma vez calculados estes parâmetros, foram confeccionados os mapas de solo, índice de rugosidade, uso e ocupação do solo atual e potencial para serem submetidos a classificação cruzada objetivando o diagnóstico ambiental de conflito de uso do solo.

2. INTRODUÇÃO

A necessidade de promover o desenvolvimento industrial, comercial e econômico de um estado, minimizando impactos ambientais, além de proporcionar os direitos adquiridos da população para bem-estar físico, mental e social, criar mecanismos de desenvolvimento sustentável, que acima de tudo, respeitem as condições locais de cada região. O espaço Estadual caracteriza-se por apresentar uma dinâmica complexa, em constantes e profundas mudanças. Nesta área, diferentes interesses, de diversos agentes técnicos e políticos, disputam regiões sem muitas vezes terem noção dos impactos causados no ambiente.

Desta maneira, uma boa administração deve dispor de um plano estratégico, o qual deve ser apoiado no conhecimento mais preciso possível do espaço de intervenção, para que as atividades de desenvolvimento se tornem eficientes. A crescente expansão das atividades agropecuárias e a urbanização desordenada, sem considerar as potencialidades e limitações quanto ao uso das terras, constitui fonte potencial de deterioração do meio ambiente (SANTOS, 1994).

No processo de ocupação do espaço e das mudanças no uso do solo ocorre os interesses das gestões políticas administrativas, econômicas, sociais e ambientais. Assim, a partir das atividades antrópicas, a cobertura vegetal natural se modifica na paisagem e os conflitos ocorrem, principalmente quando o uso atual difere do uso potencial, e quando o uso atual está associado às alterações do uso da terra acima da sua capacidade de suporte ou estão em áreas de preservação, conforme a legislação ambiental brasileira. Neste processo, encontram-se envolvidos os problemas de unidades territoriais em qualquer esfera administrativa, que ocorrem em lugares, formas e intensidades distintas; demandando ações direcionadas para equacionar esses problemas de forma efetiva sobre pena de desperdiçar recursos públicos (SANTOS, 1994).

Para Moura (2003), a análise ambiental na gestão pública, além de complexa, é um problema notadamente espacial. Daí o emprego do geoprocessamento como instrumento auxiliar aos gestores para aquisição, manipulação, armazenamento, combinação, análise e recuperação de informações importantes que direcionam à tomada de decisões.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta poderosa e deve ser encarada como atividade estratégica e rotineira para o processo administrativo. No

Brasil, poucas são as prefeituras que utilizam as técnicas de geoprocessamento há mais de uma década (CÂMARA e MEDEIROS, 1998; DAVIS JR, 2002).

As informações geradas, a partir de mapas temáticos obtidos por técnicas de geoprocessamento para o ordenamento do território são inúmeras, tais como: formações básicas do relevo, hidrografia, características geológicas, geomorfológicas, declividades ou áreas de ocorrências de doenças e área de expansão urbana, análise de infraestrutura, informações socioeconômicas, plano diretor, lei de uso e ocupação do solo, zoneamento, análises de interesses ambientais (CAMÂRA et al., 1996).

Áreas ocupadas por agricultura requerem maior atenção do poder público no que concerne à tomada de decisão de medidas de prevenção, educação pública e reordenamento ocupacional do solo (CALDAS, 2015).

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Individualizar zonas homólogas, dentro de um diagnóstico geoambiental, possibilitando orientar as diretrizes de planejamento territorial

3.2. ESPECÍFICOS

Identificar áreas de conflitos de uso da terra para adoção de práticas conservacionistas.

Promover o melhor uso de área no local e viabilizar maior produção respeitando as condições naturais do meio ambiente

4. METODOLOGIA

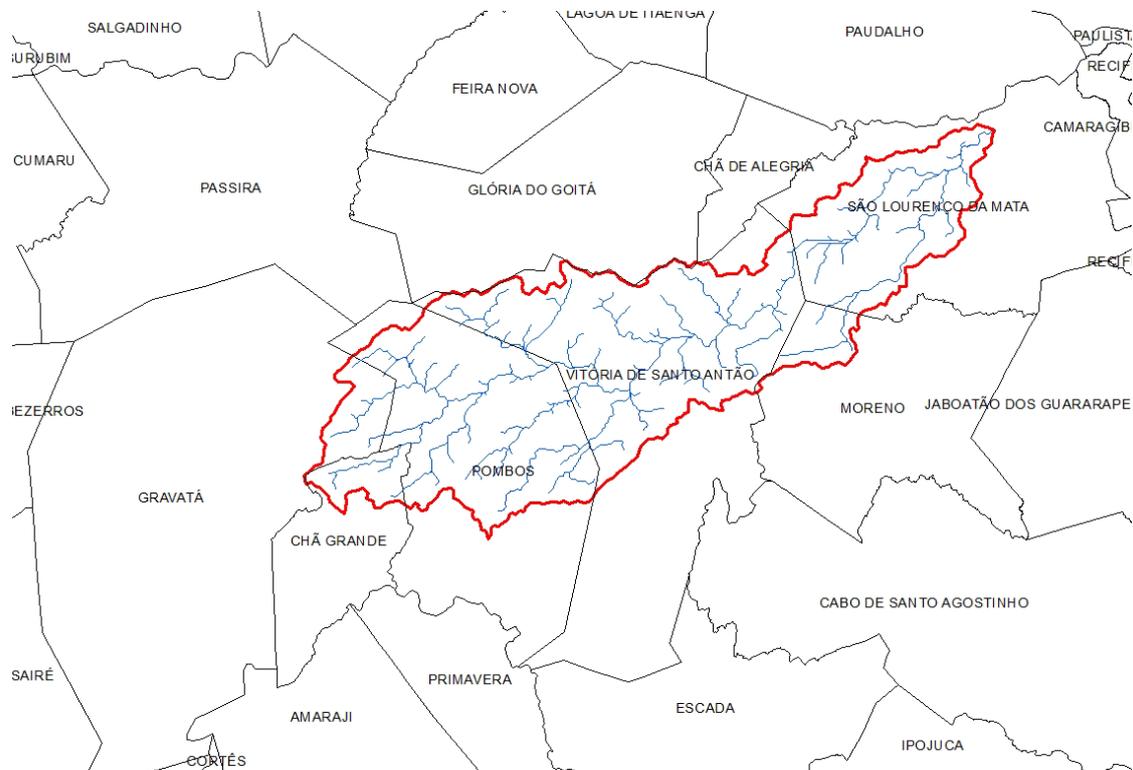
4.1. Área de estudo

O estudo está sendo realizado na bacia do Rio Tapacurá, que é uma sub-bacia do Rio Capibaribe, e possui uma área de drenagem de aproximadamente 470 km². Essa bacia está localizada na zona de transição entre a Zona da Mata e o Agreste, no Estado de Pernambuco (XAVIER, 2017).

A bacia hidrográfica do rio Tapacurá (Figura 1) conta com doze sub-bacias sendo as principais formadas pelos riachos Itapessirica, Natuba, Gameleira e Várzea do Una e abrange seis municípios, sendo que 38,6% localizam-se em Vitória de Santo

Antão, 31,2% em Pombos, 19,8% em São Lourenço da Mata, 4,3% em Gravatá, 3,3% em Moreno e 2,8% em Chã Grande (DANTAS, 2011).

Figura 1: Localização da bacia do rio Tapacurá em relação aos Municípios Pernambucano.



Fonte: O Autor.

Na bacia do rio Tapacurá, dentro da Bacia de São Lourenço da Mata foi construído o reservatório Tapacurá na década de 1970, com as finalidades de abastecimento para população da RMR e para o controle de enchentes no Rio Capibaribe, evitando assim inundações na cidade do Recife. O reservatório Tapacurá atende as cidades de Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Recife e São Lourenço da Mata, contribuindo com aproximadamente 40% do volume distribuído na região metropolitana e possui capacidade máxima de acumulação de 94,2 milhões de m³ (SANTOS, 2010).

O período chuvoso da bacia ocorre entre os meses de março a julho, com temperatura média mensal oscilando entre 23 e 27 °C, enquanto a umidade relativa do ar, durante os meses de maio a agosto é superior a 75% (DUARTE, 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

4.2. Base de dados e programas informatizados

Nesta fase da pesquisa, foram utilizados para compor a base do mapeamento e para coleta de dados cenas de imagens de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), resolução espacial de 30 m, WGS84 e mosaico de imagens de sensor óptico Landsat 8, com resolução espacial de 30 m e resolução temporal de 16 dias, *Datum* WGS84. Após a aquisição e montagem do banco de dados, as imagens foram transformadas para projeção UTM (*Universal Transversal Mercator*) no *Datum* SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). As imagens do Modelo Digital de Elevação (MDE) e Multiespectral da Missão Landsat estão disponíveis gratuitamente, respectivamente nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Earth Explorer do *United States Geological Survey* (USGS).

A modelagem digital foi realizada no software ArcGIS da ESRI GIS *and Mapping Software*, licenciado para o laboratório de Geotecnologias do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE. O processamento foi executado pela rotina no módulo Catalog do ArcGIS, para criação de uma plataforma de armazenamento e organização dos dados e produtos (mapas temáticos) obtidos, denominada GeodataBase “Diagnostico_bacia_tapacura”, subdividida em topográficos e morfométricos, uso e conflito.

A extensão para modelagem, programa ARCSWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) desenvolvido pelo *Blackland Research Center* da *Texas Agricultural Station* e *USDA Agricultural Research Service*, em trabalhos realizados no *Agricultural Research Service* e na *Texas A&M University*, foi utilizada como ferramenta computacional.

4.3. Mapas temáticos

Os mapas dos fatores ambientais de classes de declividade, curvas de nível, rede de drenagem e delimitação da bacia hidrográfica foram obtidos do mosaico SRTM pelo processamento em plataforma ArcMap, bem como os resultados morfométricos dos compartimentos hidrológicos oriundos de processamento em plataforma ARCSWAT.

A elaboração do mapa de uso potencial do solo foi realizada com base no coeficiente de rugosidade (*Ruggdeness Number – RN*), quanto maior for o valor do RN, maior potencialidade de ocorrer o processo erosivo do solo. Sendo este um parâmetro que direciona o uso potencial das terras, quanto às suas aptidões para atividades de agricultura, pecuária e ao reflorestamento ou para preservação permanente. Na Tabela 1,

apresenta-se a classificação do indicativo de uso potencial do solo e respectivos pesos do RN.

Tabela 1 - Classificação de aptidão de uso do solo segundo o RN*.

Classificação segundo o RN	Indicativo de uso potencial do solo	Peso
Aptidão A	Agricultura	1
Aptidão B	Pecuária	2
Aptidão C	Pecuária / Floresta	3
Aptidão D	Floresta	4

* *Ruggdeness Number* (Coeficiente de rugosidade)

Fonte: O Autor.

Para a determinação do coeficiente de rugosidade foi utilizada a equação $RN = D \times H$ (ROCHA e KURTZ, 2001); sendo, RN o coeficiente de rugosidade, D a densidade da rede de drenagem (km km^{-2}) e H a declividade média (%) da área de estudo.

Fez-se necessário a divisão da área da Bacia em 31 compartimentos hidrológicos, sobre os quais, foram realizadas as análises morfométricas como área (km^2), comprimentos totais da rede de drenagem (km), densidade de drenagem (km km^{-2}) e declividade média (%) como o auxílio da extensão *ARCSWAT* do ArcGIS.

Após a determinação dos coeficientes de rugosidade de cada compartimento hidrológico, foram calculados sua amplitude (A) e o intervalo (I), sendo: $A = (\text{maior valor de RN} - \text{menor valor de RN})$ e $I = A/4$, no qual, o denominador 4 representa o número de classes de aptidão (A, B, C, D).

Para a definição dos intervalos de domínio para cada aptidão de uso, inicia-se com a aptidão A, para incluir o menor valor de RN, após isso, acrescenta-se o valor do intervalo de domínio para cada aptidão, definindo-se, deste modo, o limite superior do intervalo. Os demais domínios foram definidos, segundo o mesmo procedimento, observando-se que o valor do limite inferior do domínio subsequente foi fixado a partir do limite superior da classe antecedente.

O mapa de uso e ocupação atual do solo foi gerado a partir do banco de dados pertencente ao IBGE Geociências. Cada classe foi rotulada de acordo com a ocupação do solo, para esse estudo consideradas três classes de uso do solo, sendo atribuída a cada uma destas um peso (Tabela 2).

Tabela 2 - Classes de uso atual do solo e pesos.

Classes	Uso atual do solo	Peso
Classe A	Agricultura	1
Classe B	Pastagem	2
Classe C	Mata	3

Fonte: O Autor.

O mapa das áreas de conflito foi obtido a partir do método de classificação cruzada, que consiste na superposição de dois planos de informação (álgebra de mapas), a partir da sobreposição dos mapas de uso potencial do solo com o mapa de uso e ocupação atual do solo, possibilitando assim, a elaboração do mapa de conflitos de uso. O procedimento foi processado com o auxílio do software ESRI ArcGIS Desktop, possibilitando a delimitação e classificação das áreas de conflito de uso, segundo a metodologia proposta por Valle Junior et al. (2013) e Valle Junior (2008).

Como exemplo, se o peso de RN (Tabela 1) for indicativo de uso para florestas, e atualmente a respectiva área é usada para agricultura (Tabela 2), após a classificação cruzada ($4 - 1 = 3$) pode-se definir a existência de um conflito de categoria 3 e assim sucessivamente (Tabela 3). Quando o resultado da classificação cruzada for negativo ou zero, indica área de expansão agrícola ou área sem conflito de uso do solo.

Tabela 3 - Descrição das categorias de conflito de uso do solo (degradação ambiental).

Peso da aptidão – Peso do uso atual	Categorias de conflito	Descrição
Exemplos: 4 - 3 = 1 3 - 2 = 1 2 - 1 = 1	Categoria 1	Terras com riscos ou limitações permanentes severas quando usadas para culturas anuais e pastagens, seu uso deve ser norteado pela implementação de técnicas conjuntas de conservação do solo (caráter vegetativo, mecânico).
Exemplos: 4 - 2 = 2 3 - 1 = 2	Categoria 2	Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental.
Exemplo: 4 - 1 = 3	Categoria 3	Terras impróprias para cultivos intensivos e pastagens, mas ainda adaptadas para reflorestamento ou preservação ambiental.

Fonte: Adaptado de Valle Junior et al. (2013) e Valle Junior (2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi necessário confrontar as informações encontradas através do *software* com informações já conhecidas na literatura, de modo a evitar ou diminuir possíveis erros, na Tabela 4 encontram-se as informações sobre a área dos municípios obtidas através do geoprocessamento versus a área disponibilizada no site do IBGE. A maior variação de área encontrada foi no município de gravatá que diferenciou 3,4 km² da área disposta no site do IBGE, essa diferença de área representa menos que 0,7% da área total da Bacia.

Tabela 4: Confronto das áreas encontradas no site do IBGE e através do *software* ArcGis.

Município	Área IBGE	Área calculada (km ²)	Variação (km ²)	Variação (%)
Gravatá	503,95	507,38	3,434	0,68
Chã Grande	84,85	84,93	0,082	0,10
Pombos	239,88	240,1	0,224	0,09
Vitória de Santo Antão	335,94	336,2	0,259	0,08
Moreno	196,07	196,18	0,108	0,06
São Lourenço da Mata	262,11	262,24	0,134	0,05
Total	1622,79	1627,03	-	-

Fonte: O autor.

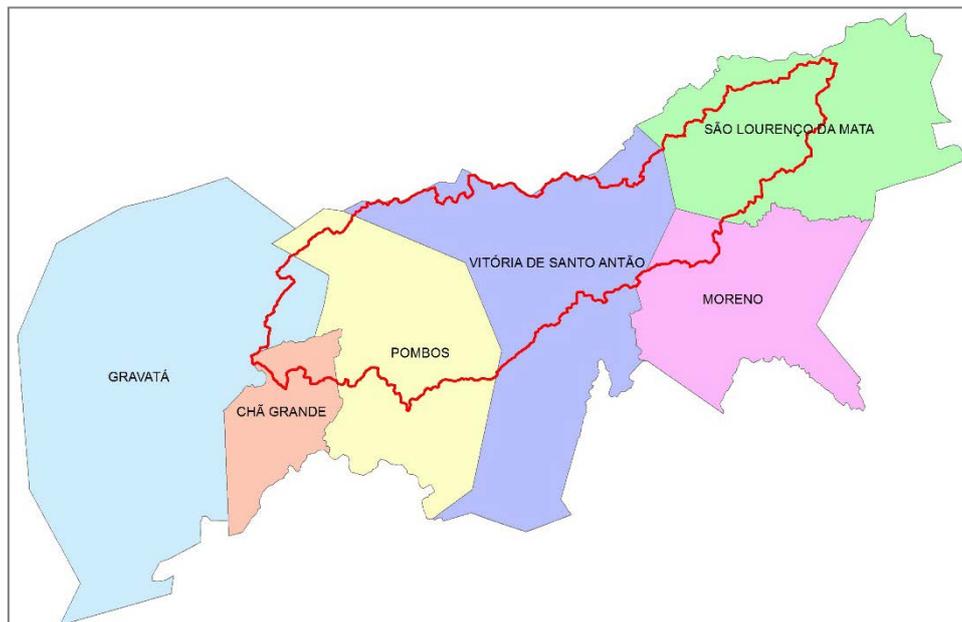
Xavier (2017), Braga (2001), Silva et al. (2010), Santos et al. (2014), citam que a área da bacia do Tapacurá é 470km², através do geoprocessamento dos dados foi encontrado uma área de 471,71 km², mostrando assim uma diferença de 1,71 km². A Tabela 5 e Figura 2 apresenta uma análise de área elaborada através do *software* ArcGis onde evidencia as áreas dos municípios pertencentes a bacia.

Tabela 5: Relação das áreas dos municípios que estão inseridos na bacia.

Município	Área total da Bacia (km ²)	Área pertencente a bacia (km ²)	Área pertencente a bacia (%)
Gravatá	507,38	22,19	4,4
Chã Grande	84,93	17,38	20,5
Pombos	240,1	142,07	59,2
Vitória de Santo Antão	336,2	180,05	53,6
Moreno	196,18	17,16	8,7
São Lourenço da Mata	262,24	92,86	35,4
Total	1627,03	471,71	29,0

Fonte: O autor.

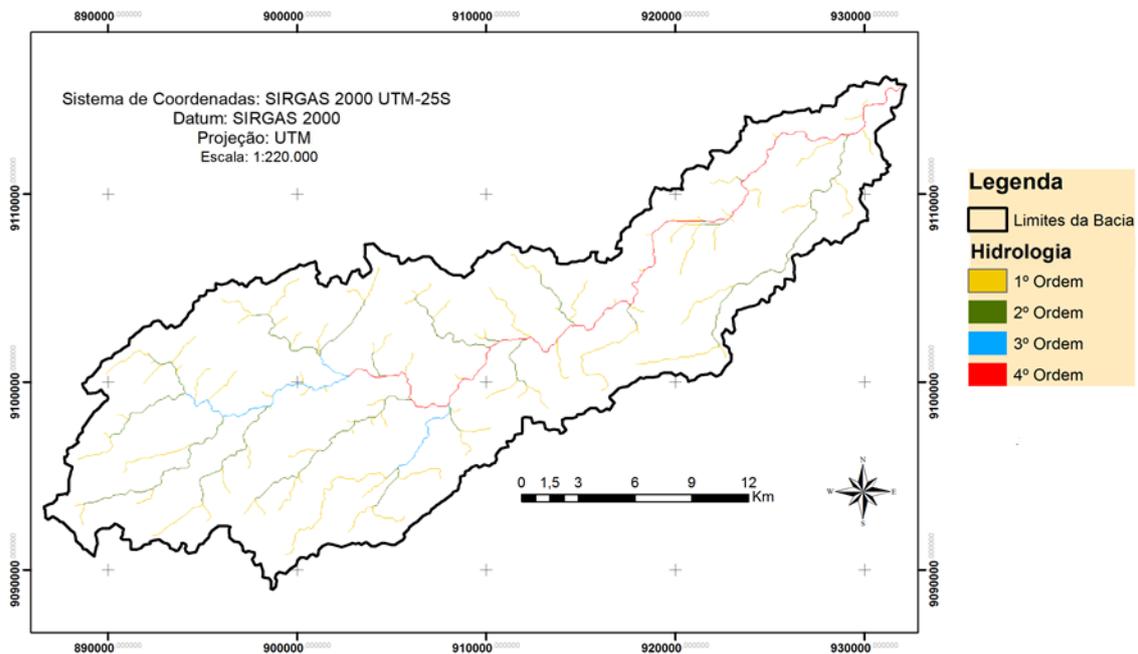
Figura 2: Demonstrativo das partes dos municípios Pernambucanos que são inseridos na bacia.



Fonte: O autor.

Com o intuito de obter a visualização de toda área de estudo, foi elaborado o mapa apresentado na Figura 3, oriundo do processamento do modelo digital de elevação (MDE) no modelo *HYDROLOGY*, pode-se evidenciar a rede de drenagem caracterizada como dendrítica cujo o maior talvegue apresenta uma extensão 66,52 km

Figura 3: Rede de drenagem da Bacia do Tapacurá.

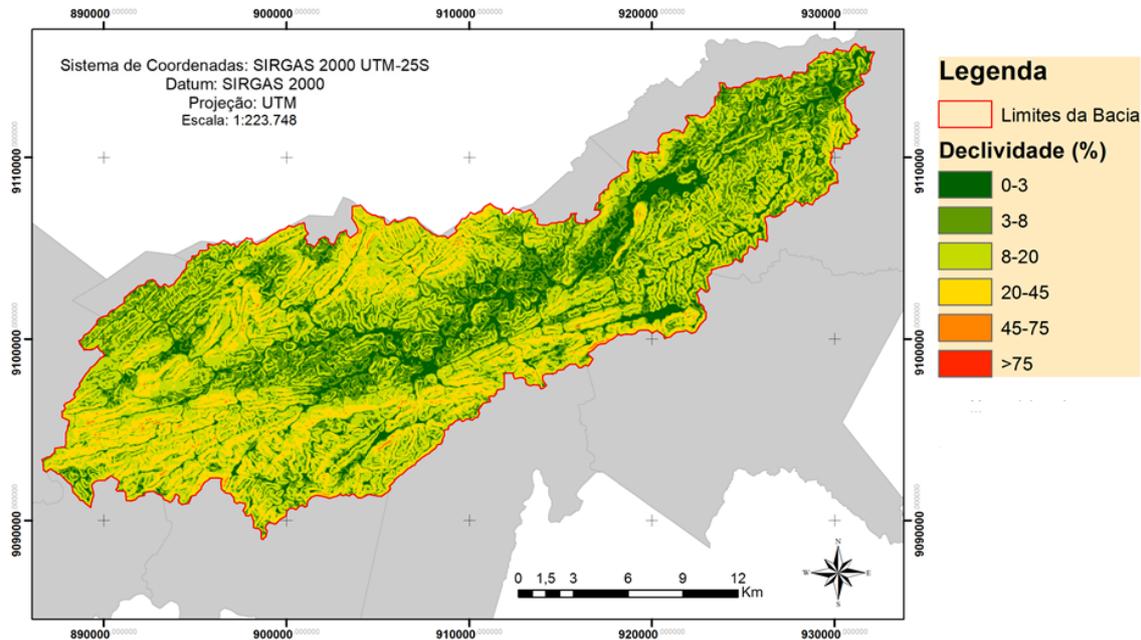


Fonte: O autor.

Sendo este mapa a primeira caracterização morfométricas da bacia, cujos valores são essencialmente aplicados para obtenção dos dados de densidade de drenagem (Dd) da bacia hidrográfica delimitada.

Na Figura 4 evidencia-se o mapa com as classes de declividades preconizadas pela Embrapa Solos (1979), cuja classificação é dividida em 6 classes: Plano (0 – 3%), Suave Ondulado (3 – 8%), Ondulado (8 – 20%), Fortemente Ondulado (20 – 45%), Montanhoso (45 – 75%), Forte-Montanhoso/Escarpado (> 75%). Com a análise morfométrica da bacia, mostra a predominância da classe de declive Ondulado com 42,7 % da área da bacia. Em contrapartida a classe de declividade com menor expressão na área de estudo é a classe de declive Forte-Montanhoso/Escarpado cerca de 0,001% da área da bacia do Tapacurá.

Figura 4: Classes de declividade preconizadas pela EMBRAPA SOLOS da Bacia do Tapacurá.



Fonte: O autor.

A partir dos mapas acima apresentados, pôde-se obter uma análise global das características morfométricas dos compartimentos hidrológicos contidos na Bacia do Rio Tapacurá.

Estes resultados serviram para a segunda etapa da pesquisa que compreendeu a obtenção do mapa de uso potencial da região que juntamente com o mapa de uso atual, esses mapas foram submetidos a análises de geoprocessamento para obtenção da distribuição espacial das áreas de conflito de uso do solo.

Segundo Valle Junior et al., (2013), o termo "conflito de uso" refere-se ao processo de produção e sua implantação, e ocorre quando há a disputa pelo espaço e o adequado ordenamento.

Uma maneira de avaliar o espaço é verificar os padrões morfométricos das microbacias hidrográficas como indicadores de aptidão de uso do solo, que permite identificar áreas de conflito de uso do solo bem como, áreas de ocorrência de riscos extremos (Valle Junior et al., 2014).

A aptidão do uso potencial do solo para cada compartimento hidrológico foi determinada no intervalo (I) do coeficiente de rugosidade (RN) (Tabela 6). As

amplitudes de variação foram de 0,46 a 12,18. O domínio do RN, calculado na amplitude de variação, determina os valores de amplitude (A) de 11,72 e de intervalo (I) calculado de 2,93.

Tabela 6 - Intervalos de domínio de RN para classificação da aptidão de uso potencial do solo para a Bacia do Tapacurá.

Aptidão A	0,46 - 3,39	Agricultura
Aptidão B	3,39 - 6,32	Pecuária
Aptidão C	6,32 - 9,25	Pecuária/Floresta
Aptidão D	9,25 - 12,18	Floresta

*Amplitude de RN: 11,72; Intervalo de classe: 2,93

Fonte: O autor.

A aptidão “A”, com indicativo para agricultura, é representada pelos menores valores de RN, em contrapartida, a aptidão “D”, com indicativo para floresta é representada pelos maiores valores de RN. Isto se deve ao fato que, quanto maior for o valor do RN entre os compartimentos hidrológicos, maior o perigo de erosão, o que justifica a destinação das áreas com maior RN para áreas de preservação permanentes, uma vez que seu uso por atividades antrópicas ocasionaria a deterioração destes ambientes. Uma vez determinado os intervalos referentes a cada aptidão de uso, os compartimentos hidrológicos foram classificados dentro da aptidão correspondente aos seus respectivos valores de RN e pesos (Tabela 7).

Tabela 7 - Atributos dos compartimentos hidrológicos da Bacia do Tapacurá, PE.

CH*	Área**	%***	Declividade média****	Densidade de drenagem*****	Coefficiente de rugosidade-RN	Classificação de RN	Peso
CH 01	11,09	2,39	9,05	0,45	4,08	Aptidão B	2
CH 02	31,61	6,81	9,15	0,33	3,06	Aptidão A	1
CH 03	12,54	2,70	11,15	0,04	0,46	Aptidão A	1
CH 04	14,78	3,18	10,88	0,62	6,70	Aptidão C	3
CH 05	15,65	3,37	11,28	0,09	1,00	Aptidão A	1
CH 06	47,25	10,17	12,67	0,33	4,19	Aptidão B	2
CH 07	6,07	1,31	9,48	0,64	6,08	Aptidão B	2
CH 08	14,99	3,23	14,82	0,11	1,66	Aptidão A	1
CH 09	15,60	3,36	18,06	0,30	5,34	Aptidão B	2
CH 10	5,40	1,16	11,19	0,40	4,49	Aptidão B	2
CH 11	15,39	3,31	12,31	0,24	2,94	Aptidão A	1
CH 12	26,21	5,64	14,63	0,19	2,28	Aptidão A	1
CH 13	9,85	2,12	21,31	0,1	2,20	Aptidão A	1
CH 14	13,22	2,85	14,45	0,18	2,64	Aptidão A	1
CH 15	1,72	0,37	10,17	1,20	12,18	Aptidão D	4
CH 16	18,83	4,05	10,21	0,12	1,18	Aptidão A	1
CH 17	15,94	3,43	12,79	0,31	2,90	Aptidão B	2
CH 18	8,09	1,74	6,82	0,54	3,69	Aptidão B	2
CH 19	0,07	0,02	4,84	1,77	8,56	Aptidão C	3
CH 20	14,15	3,05	10,96	0,38	4,14	Aptidão B	2
CH 21	4,14	0,89	7,00	0,55	3,87	Aptidão B	2
CH 22	10,05	2,16	20,02	0,03	0,68	Aptidão A	1
CH 23	14,07	3,03	16,59	0,26	4,30	Aptidão B	2
CH 24	10,46	2,25	15,49	0,32	5,02	Aptidão B	2
CH 25	2,39	0,51	9,93	1,10	10,92	Aptidão A	1
CH 26	8,41	1,81	16,20	0,60	9,79	Aptidão A	2
CH 27	35,54	7,65	15,22	0,24	3,65	Aptidão A	3
CH 28	14,16	3,05	14,10	0,20	2,83	Aptidão A	4
CH 29	23,51	5,06	20,01	0,29	5,87	Aptidão B	2
CH 30	28,32	6,10	21,12	0,24	5,17	Aptidão B	2
CH 31	14,97	3,22	17,44	0,18	3,21	Aptidão A	1

*CH: compartimento hidrológico; **Área: km²; %***: Percentual em relação à área total da Bacia; ****Declividade: %; *****Densidade de drenagem: km/km².

Fonte: O autor

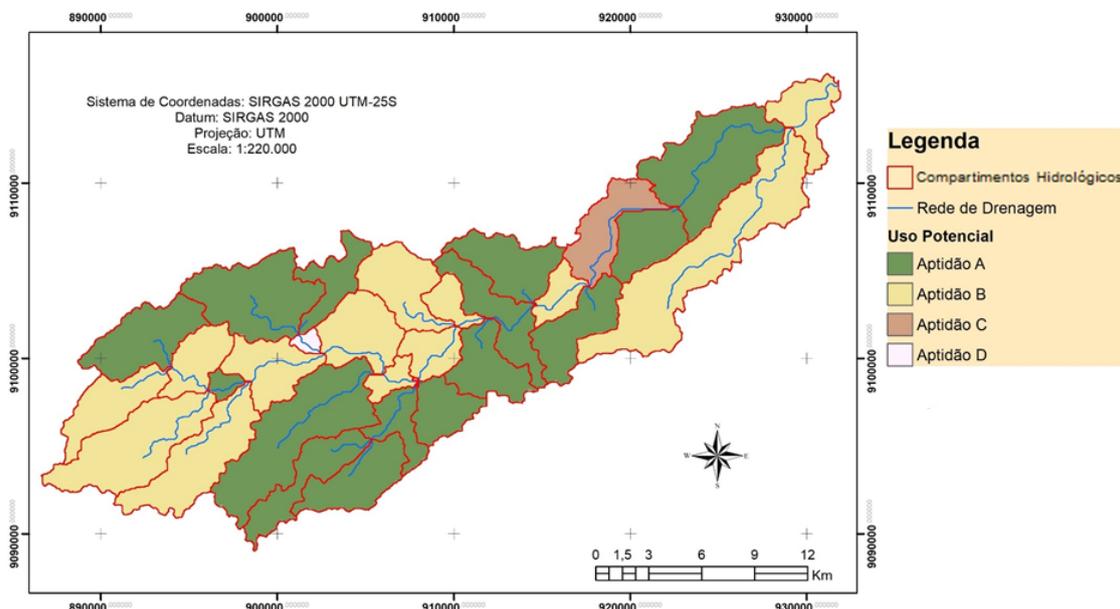
Observa-se, na Tabela 7, que o compartimento hidrológico de maior extensão territorial foi classificado com aptidão B, com indicativo para pastagem. Todavia, vinte e sete dos trinta e um compartimentos hidrológicos da Bacia possuem aptidão para agricultura (15) e pecuária (13).

Tendo como base o coeficiente de rugosidade (RN), foi obtido o mapa de uso potencial do solo para a Bacia do Tapacurá (Figura 5).

As superfícies foram estabelecidas pelo coeficiente de rugosidade, indicativos para agricultura, pecuária, pecuária/floresta e floresta. Como o RN é um parâmetro ambiental que direciona o uso potencial das terras e o que implicará na suscetibilidade

do solo à erosão. Na Figura 5, as áreas mais suscetíveis à erosão são observadas (aptidões C e D).

Figura 5: Mapa de uso potencial do solo da Bacia do Tapacurá.



Fonte: O Autor.

Sampaio et al. (2010) afirmaram que capacidade de uso da terra e RN se equivalem em 99,9% dos casos e, assim, propôs a substituição da capacidade de uso da terra pelo RN, por ser um método mais rápido e sem necessidade de coleta de amostras no campo, facilitando principalmente, o aspecto econômico.

As terras aptas à agricultura, pecuária, pecuária/floresta e floresta ocupam respectivamente 243,82; 204,07; 14,85 e 1,72 km², equivalendo a 52,49%; 43,94%; 3,2% e 0,37% da área da Bacia (Tabela 8).

Tabela 8 - Áreas dos indicativos de uso potencial do solo da Bacia do Tapacurá.

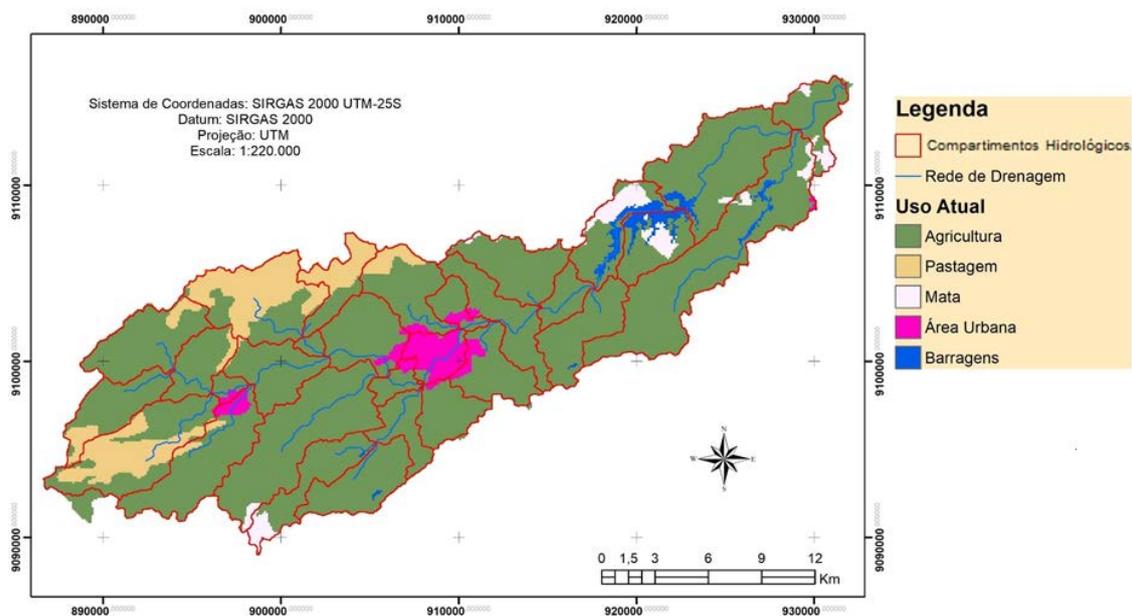
Indicativo de uso potencial do solo	Áreas (km ²)	%*
Aptidão A – Agricultura	243,82	52,49
Aptidão B – Pecuária	204,07	43,94
Aptidão C – Pecuária/Floresta	14,85	3,2
Aptidão D – Floresta	1,72	0,37
Total	464,56**	100

* Percentual em relação à área total da Bacia. ** Área diferente da apresentada pelo IBGE visto que o ARCSWAT desconsidera algumas áreas que não apresentam relevância para quantificação da rede de drenagem.

Fonte: O autor.

Para análise de uso do solo é constituído objeto da cobertura vegetal, as ações antrópicas e os ambientes naturais nativos da região. Nestas áreas nativas aponta-se a medida para a preservação do patrimônio natural, que preconiza-se pela legislação ambiental brasileira. O mapa da Figura 6 demonstra a distribuição espacial do uso e ocupação do solo da Bacia do Tapacurá, considerando as classes de pastagem, agricultura, mata e urbana.

Figura 6: Mapa de uso atual do solo da Bacia do Tapacurá.



Fonte: O Autor.

O uso atual do solo identificado na Bacia do Tapacurá apresentou a área de 390,94 km² de agricultura, 12,42 km² de mata, 46,2 km² de área de pastagem e 15,46 km² de área urbana que equivale a 82,7%, 2,63%, 9,77% e 3,27% da área da Bacia do Tapacurá, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9 - Áreas dos usos atuais do solo da Bacia do Tapacurá.

Uso Atual	Áreas (km ²)	% *
Agricultura	390,94	82,7
Mata	12,42	2,63
Corpos Hídricos	7,71	1,63
Pastagem	46,2	9,77
Área urbana	15,46	3,27
Total	472,72	100

* Percentual em relação à área total da Bacia.

Fonte: O autor.

A classe de uso mais expressiva é representada pela agricultura, com maior área para a cultura de cana de açúcar. Esta cultura origina a principal matéria prima para a fabricação do açúcar e etanol, fazendo parte da base econômica da região. O cultivo, geralmente é feito de forma extensiva e as plantações ocupam muitas áreas contíguas. Como o cultivo e o corte são realizados por máquinas e tratores, o manejo do solo ocorre de forma intensa. Concomitantemente à produção, o manejo deverá ser conservacionista.

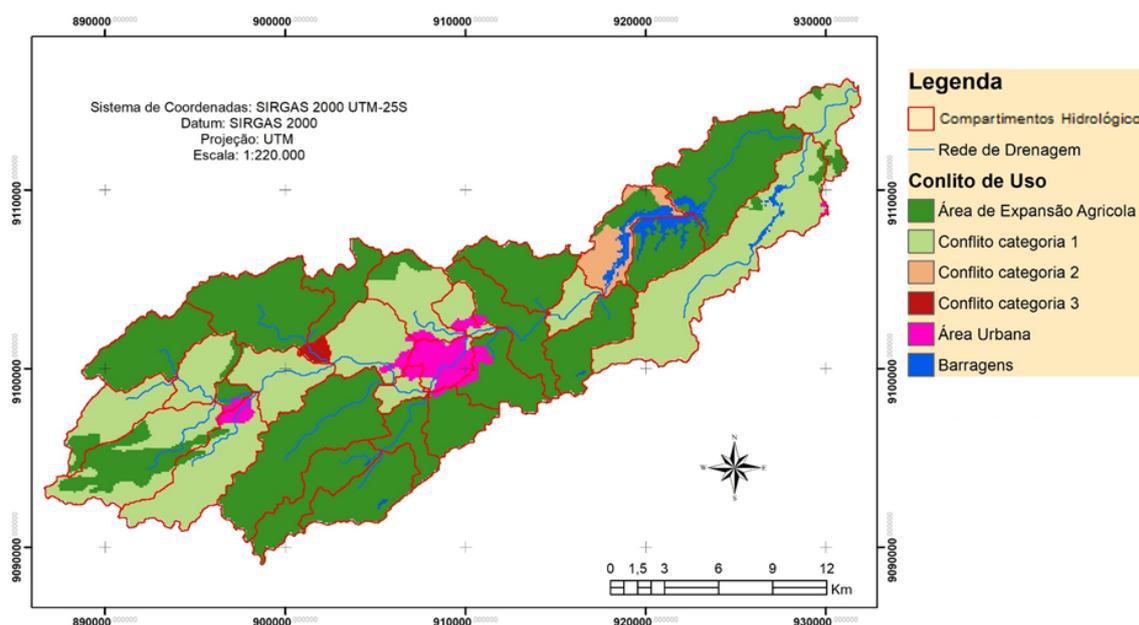
Outra superfície de destaque são as áreas de pastagem. Este sistema apresenta longos períodos de ocupação do solo com animais. Apesar da preocupação dos produtores em melhorar a utilização dos produtos forrageiros, o manejo adequado não ocorre. E, um dos principais problemas desse sistema é a falta de um manejo conservacionista, que normalmente culmina com a degradação do solo.

Uma pastagem é considerada degradada quando uma área extensa é tomada por plantas invasoras ou superfícies de solo descoberto. Esta degradação ocasiona um desprendimento do solo, culminando em sulcos erosivos e, segundo Pinton e Cunha (2008), o desenvolvimento do processo erosivo linear está diretamente relacionado com as características naturais do ambiente.

Para Silva Neto (2012), a intensificação dos processos erosivos está frequentemente associada aos usos inadequados da terra, que normalmente ocorrem sem o conhecimento prévio da área utilizada. Nesse processo de apropriação da natureza, qualquer área pode ser explorada, desrespeitando assim, os limitantes físico-naturais das paisagens.

A distribuição espacial das áreas das categorias de conflito de uso na área da Bacia do Tapacurá é apresentada na Figura 7. Um conflito pode existir, mas não necessariamente gerar um processo erosivo antrópico. Entretanto, ressalta-se a importância da implantação adequada das práticas de manejo nas atividades agropecuárias na região.

Figura 7: Mapa de conflito de uso do solo na Bacia do Tapacurá.



Fonte: O autor.

Na Tabela 10, encontram-se os valores em km² e respectivos percentuais das três categorias de conflito identificadas. Dos 472 km² da Bacia, 166,53 km² encontram-se em zonas de conflito, das quais, a classe de conflito 1. As áreas que apresentam riscos ou limitações permanentes severas, quando usadas para culturas anuais e pastagens, devem ser norteadas pela implementação de técnicas conjuntas de conservação do solo. Estas áreas ocupam a maior área da Bacia do Tapacurá, com 166,53 km² ou 35,23%.

Tabela 10 - Área das categorias de conflito de uso da Bacia do Tapacurá.

Classe de Conflito	Áreas (km ²)	% *
Categoria 1	166,53	35,23
Categoria 2	8,59	1,82
Categoria 3	1,71	0,36
Total	176,82	37,41

* Percentual em relação à área total da Bacia.

Fonte: O Autor.

A classe de conflito 2, que representa as terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental, compreende 8,59 km², correspondem em 1,82% da área da Bacia. Nessas áreas, recomendam-se práticas conservacionistas atentando para a importância de reduzir a perda de solo e, conseqüentemente, aumentar o fornecimento de nutrientes

para as plantas. O grande potencial dos sistemas florestais é uma estratégia para conservação dos solos (Candido et al., 2010).

Ainda na Tabela 10, cerca de 1,71 km² encontra-se na classe de conflito 3, correspondente às terras impróprias para cultivos intensivos e pastagens, mas ainda adaptadas para reflorestamento ou preservação ambiental, representando 0,36% da área da Bacia.

Segundo Campos et al. (2009), as áreas de preservação permanentes têm papel vital dentro de uma região, por serem responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas existentes. Assim, estas devem estar sempre cobertas com a vegetação original, pois a cobertura vegetal minimiza os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios diretos para a fauna e para os seres humanos.

A análise efetuada possibilitou compreender que a origem desses conflitos é a ocupação inadequada, por conta de ações antrópicas, e, em muitos casos, de ocupações irregulares com manejo inadequado, sem se considerar a legislação ambiental brasileira.

Ao longo das décadas do desenvolvimento social e econômico da região, a gestão inadequada deu-se sem prévios estudos que determinassem regras para sua ocupação, ocasionando impactos ao meio ambiente, os quais poderiam ser mitigados por estudos como este, que são de grande valia para a elaboração de um plano diretor de desenvolvimento do espaço geográfico municipal (Carvalho; Gallo Junior, 2012).

É importante salientar que as legislações federais, estaduais e municipais resguardam os recursos naturais existentes na área e que a região deveria adotar planejamentos para o uso e ocupação do solo, respaldados em estudos como o apresentado, bem como rigorosa fiscalização para preservar estes recursos para gerações futuras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização morfométrica da área de estudo através do modelo SWAT, possibilitou o melhor entendimento da área, bem como possibilitou a obtenção de informações relevantes para o processo de uso e ocupação da bacia do rio Tapacurá.

A análise da classe de conflitos mostra que o conflito classe 1, referentes às terras que apresentam riscos ou severas limitações de forma permanente, quando utilizadas para culturas de periodicidade anual e pastagem, representa a maior parte com 166,53 km² da Bacia.

A classe de conflito 2, que representa as terras inapropriadas à cultivos intensivos, porém adaptadas à pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental, compreende 8,59 km², correspondendo a 1,82% da área total da Bacia.

A classe de conflito 3, correspondente às terras inapropriadas à cultivos intensivos e pastagens, porém adaptadas ao reflorestamento ou preservação ambiental, compreende 1,71 km², representando 0,36% da área total da Bacia.

Este trabalho evidencia o quão necessário se faz a verificação das limitações quanto aos usos da terra, que podem alterar o equilíbrio dinâmico das características naturais da paisagem e comprometer o sistema ambiental e a qualidade de vida do homem. Assim, é necessário conhecer melhor a dinâmica dessa área para se estabelecer diretrizes que subsidiem a utilização, manejo, medidas conservacionistas dos recursos naturais e adoção de restrições mais seguras quanto ao uso e manejo do solo.

O uso inadequado do solo atua na fragilidade e a na potencialidade do ambiente integrada ao uso e ocupação antrópica do solo. Nestes casos, as áreas estão ocupadas inadequadamente, o que demanda sua readequação.

Recomenda-se um planejamento das atividades de implantação de sistemas de produção em consonância com o meio, e determinação de áreas prioritárias no que tange à sua ordenação e reordenação.

Evidenciou-se no estudo que a utilização do solo sem considerar sua aptidão potencial ocasiona conflitos que geram impactos ambientais, sendo necessário a realização de estudos futuros que visem a identificação desses impactos tais como, riscos de inundação e vulnerabilidade à erosão ocasionados pelo uso e ocupação indevidos do solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, R.A.P. **Gestão ambiental da Bacia do Rio Tapacurá: plano de ação.** Recife: Ed. Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 101p., 2001.

CALDAS, A. M.; **Diagnostico geoambiental no município de Batatais – SP**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

CAMÂRA, G.; CASANOVA, M. A.; HERMELY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996. 193 p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD. E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 1998.

CAMPOS, S., PESSOA, M. L., BARBOSA, A. P., RODRIGUES, F. M., PISSARRA, T. C. T., MORA, V. B. Geoprocessamento aplicado na identificação e localização potencial de conflitos de uso em áreas de preservação permanente na microbacia do córrego Monte Belo, Botucatu (SP, Brasil). **Acta Agronômica**, Palmira, v. 58,n. 4, p. 299-302, 2009.

CANDIDO, H. G., GALBIATTI, J. A., PISSARRA, T. C. T., MARTINS FILHO, M. V. Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba: uma abordagem metodológica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 30,n. 1,p. 179-192, 2010.

CARVALHO, J. L.; GALLO JUNIOR, H. Potencialidades do uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Fartura – Paraibuna – SP: a utilização do geoprocessamento como subsídio ao ordenamento territorial rural. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 24, 2012.

DA SILVA NETO, João Cândido André. Indicação para o uso da terra na bacia hidrográfica do rio Salobra-Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **RA'E GA-O Espaço Geografico em Analise**, p. 279-304, 2012.

DANTAS, R. R. L. ;TAVARES, R. G.; SILVA, V. P. . **POLUIÇÃO DA BACIA DO RIO TAPACURÁ: FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS, CONSEQUÊNCIA DO NÍVEL TRÓFICO**. In: XIV IWRA Word Water Congress, 2011, IPOJUCA. XIV IWRA Word Water Congress, 2011.

DAVIS JÚNIOR, C. A. **Geoprocessamento: dez anos de transformações**. IP: Informática Pública, Belo Horizonte, MG, n. 1, p. 17-24, jun. 2002.

DUARTE, C.C **Análise dos impactos das mudanças climáticas no escoamento superficial da bacia hidrográfica do Rio Tapacurá- PE, a partir da utilização de um modelo de balanço hídrico mensal semi-distribuído**. Recife, 125p., 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Pernambuco.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - **Embrapa**
Monitoramento por Satélite. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo.
Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em:
14 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Manuais técnicos em geociências: introdução ao processamento digital de imagens**, n. 1. Rio de Janeiro, 2001. 94 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em:
<<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed da autora, 2003. 294 p.

OLIVEIRA, L.M.M. **Estimativa da evapotranspiração real por sensoriamento remoto na bacia do Rio Tapacurá – PE**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 156 f., 2012.

PINTON, L. G.; CUNHA, C. M. L. Avaliação da dinâmica dos processos erosivos lineares e sua relação com a evolução do uso da terra. **Geociências**, São Paulo, SP, v. 27, n. 3, p. 329-343, 2008.

ROCHA, J. S. M.; KURTS, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120 p.

SAMPAIO, M. V., SANTOS, M. S., ROCHA, J. S. M., PAULA, M. D, MENDES, A. V. Deterioração físico-conservacionista da sub-bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim - RS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 300-306, 2010.

SANTOS, J. Y. G.; SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. **Aplicação do modelo SWAT para a estimativa da produção de sedimentos na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco**. In: XI Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. João Pessoa, PB. 2014.

SANTOS, L. C. C. **Estimativa de vazões máximas de projeto por modelos determinísticos e probabilísticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 2010.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SILVA, R. M.; SILVA, L. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, C. A. G. **Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da**

precipitação na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. Sociedade & Natureza, v. 22, p. 357-372. 2010.

VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba.** 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP.

VALLE JUNIOR, R. F., GALBIATTI, J. A., PISSARRA, T. C. T., MARTINS FILHO, M. V. **Diagnóstico de conflito de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Uberaba.** Global Science and Technology, Rio Verde-GO, v. 6, p. 40-52, 2013.

VALLE JUNIOR, R. F., VARANDAS, S. G. P., SANCHES FERNANDES, L. F., PACHECO, F. A L. **Environmental land use conflicts: a threat to soil conservation.** Land Use Policy, v. 41, p. 172-185, 2014.

XAVIER, A. P. C. Modelagem temporal da dinâmica do uso e ocupação do solo nas perdas e deposição de sedimentos na bacia do rio Tapacurá (PE). Dissertação de mestrado – Universidade Federal da Paraíba. 2017.

8. PARECER DO ORIENTADOR

O bolsista desenvolveu suas atividades de acordo com o cronograma apresentado na proposta original apesar de todos os transtornos gerados pela pandemia covid-19, sempre com pontualidade e determinação, demonstrando interesse e aptidão pelas atividades de pesquisa.

Recife, julho de 2020.

Anildo Monteiro Caldas
Orientador

Salatiel Ewen Braga
Orientado