

Zoneamento ambiental das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi (RN)

RESUMO

No presente trabalho, conduzido na bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi-RN (BHASCA), objetivou-se realizar um estudo ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP's), tendo como base o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012. Com o auxílio de geotecnologias foram elaborados mapas temáticos identificando as APP's de forma automática, nas quais deveriam estar legalmente protegidas, em seguida realizou-se a análise quantitativa dos dados obtidos. Os resultados da análise e o mapeamento das APP's demonstram que abrangem uma totalidade de 34.631 ha de área na BHASCA, distribuídas ao longo da faixa marginal dos rios (63,92%), no entorno de açudes (27,07%), ao redor de nascentes (2,93%), em topos de morros (0,89%) e, em encostas com declividade superior a 45º (5,19%). O trabalho revelou resultados satisfatórios que podem servir de base para futuros estudos voltados ao planejamento ambiental e territorial, de forma a promover uma melhor qualidade de vida da população e garantir um desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Zonas vulneráveis. Planejamento ambiental. Novo código florestal.

Wagner Bandeira da Silva
wagnerbandeira2010@hotmail.com
Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA/ Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros - CMPF, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte - RN, Brasil

Joel Medeiros Bezerra
joel.medeiros@ufersa.edu.br
Professor Adjunto no Departamento de Engenharias e Tecnologia, UFRSA/ CMPF, Pau dos Ferros, RN, Brasil

Paulo Cesar Moura da Silva
paulo.moura@ufersa.edu.br
Professor Associado no Departamento de Ciências Ambientais, UFRSA/ Centro de Engenharias - CE, Mossoró, RN, Brasil

Alana Ticiane Alves do Rêgo
alana_ticiane10@hotmail.com
Mestranda em Ciências Naturais na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Campus Mossoró, RN.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi, inserida na região oeste do Rio Grande do Norte, é uma das mais importantes do estado, encontrando-se completamente coberta por vegetação de Caatinga, servindo de base para exploração econômica e industrial de várias cadeias produtivas (OLIVEIRA et al., 2009). A mesma destaca-se pela sua vulnerabilidade ambiental, tendo em vista que os municípios que contribuem na formação da bacia vertente estão expostos a uma crescente urbanização desordenada ao longo do seu percurso, como também a presença de atividades de agricultura, desmatamento e queimadas das áreas de proteção ambiental (SOUZA et al., 2012).

Visando a promoção da proteção ambiental tem-se as Áreas de Preservação Permanente (APP's), as quais são espaços territoriais protegidos legalmente pela Lei nº 12.651/2012, que institui o Novo Código Florestal. Entretanto, mesmo previstas em lei, as APP's vêm sendo gradativamente degradadas em decorrência de seu alto grau de exposição às atividades antropogênicas, o que se torna imprescindível um planejamento que vise o monitoramento das atividades em andamento e futuras (ROCHA et al., 2009).

Diante da necessidade da compreensão das potencialidades e fragilidades de uma unidade territorial, o planejamento ambiental surge como sendo um elemento básico e complementar para o desenvolvimento econômico e social voltado a melhor utilização e gestão do território, de forma a subsidiar oportunidades para resolução de problemas ambientais (ALBANO, 2013). Podendo ser realizado com o auxílio de propostas como a análise da fragilidade ambiental, os cenários ambientais e o zoneamento, em conformidade com a legislação ambiental, implementando estratégias e programas que associem aspectos ambientais, políticos, econômicos e socioculturais (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009).

Deste modo, o zoneamento ambiental é considerado um importante instrumento técnico e político para o planejamento ambiental, determinado pela Lei nº 6938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PMNA), tendo em vista que o mesmo proporciona uma melhor otimização e conservação dos recursos naturais a fim de garantir o desenvolvimento sustentável.

Com o advento de novas tecnologias, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e Sensoriamento Remoto têm se tornado importantes ferramentas de auxílio às pesquisas ambientais, que permitem a coleta, manuseio e processamento de uma diversidade infinita de informações a serem utilizados no planejamento e zoneamento a níveis locais e regionais. Para Bezerra et al. (2011), abordagens de gestão e planejamento do uso dos recursos naturais que utilizam as bacias e microbacias hidrográficas, como unidade básica de análise, são as mais adequadas para compatibilizar o crescimento urbano com preservação ambiental.

Com isso, vários estudos científicos tiveram objetivo obter informações para investir e demonstrar a eficácia da utilização de geotecnologias, em especial na delimitação de áreas de uso restringidos pelo novo Código Florestal, tais resultados dos processamentos subsidiam a adoção de medidas de apoio a tomada de decisão para o planejamento e gestão de recursos naturais. Sendo assim, pode-se citar alguns trabalhos desenvolvidos na região semiárida do Nordeste, como a delimitação de APP's no município de Martins-RN realizado por Bezerra et al. (2008), estudo elaborado por Fernandes Neto et al. (2015) na microbacia hidrográfica de Riacho Fundo no estado da Paraíba, e trabalho realizado por Nascimento et al. (2012), na identificação de conflito de uso da terra em áreas de APP's.

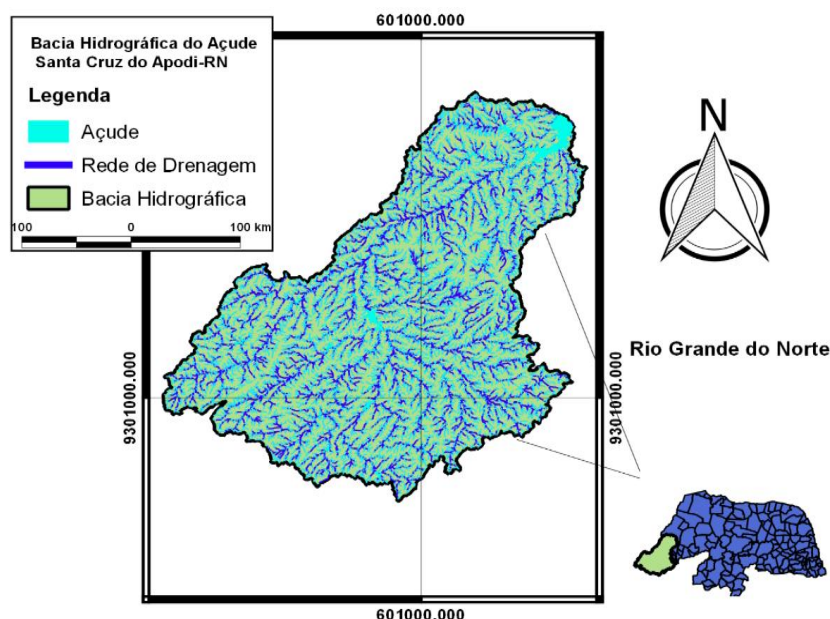
Nesse contexto, o presente trabalho objetivou realizar um zoneamento ambiental por meio da delimitação de APP's da bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi-RN, com base na legislação vigente e auxílio de geotecnologias, no intuito de gerar subsídios para planejamento e gestão racional dos seus recursos naturais, assim como fornecer embasamento para adoção do planejamento e gerenciamento integrado dos elementos de sua ambiência, com foco na manutenção de seus recursos hídricos em função dos usos múltiplos.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi (BHASCA), localiza-se na microrregião do Oeste Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas UTM 533816 – 660566 m E: 9272883 – 9384694 m N, apresentando uma área total de 4.439 Km², no recorte que compreende a nascente da bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró em Luís Gomes, até o barramento artificial de Santa Cruz do Apodi e suas vertentes (Figura 1).

Figura 1: Delimitação da bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi-RN



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Segundo Medeiros (2017), o rio Apodi-Mossoró tem sua nascente na cidade de Luís Gomes à uma altitude média de 700 metros e deságua no exutório, na barragem de Santa Cruz, Apodi-RN. No total a rede de drenagem possui 6838,24 Km de extensão. A mesma é composta por drenos de primeira a sétima ordem de acordo com a classificação (hierarquização) de Strahler (1964).

A BHASCA localiza-se em uma região onde condições de semiaridez são predominantes, a qual em quase toda a sua extensão apresenta-se classificação climática Koppen do tipo BSW_h, ou seja, clima quente e semiárido, com estação chuvosa podendo atrasar para outono (SOUSA et al., 2011). Na visão de Carvalho et al. (2011), a bacia encontra-se completamente coberta por vegetação de Caatinga e apresenta uma grande importância econômica desempenhada pelas atividades de extração de petróleo, produção de sal marinho, utilização dos solos para agricultura e fruticultura irrigada, pecuária extensiva, mineração de calcário, entre outras atividades socioeconômicas.

ZONEAMENTO DE APP'S

Para a delimitação das APP's da bacia do açude Santa Cruz do Apodi tomou-se por referência o novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que conceitua Área de Proteção Permanente como áreas protegidas na zona urbana, ou rural, cobertas ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Assim os tipos mais comuns de APP's, estão localizados juntos aos cursos d'água, represas, lagos naturais, ao

redor de nascentes, em topo de morros e em declividades maiores que 45° (FREITAS et al., 2013).

A base cartográfica para as APP's de corpos hídricos foi trabalhada totalmente no formato vetor (shape), enquanto as APP's de relevo foram trabalhadas no formato matricial (raster), ambas georreferenciadas na Projeção Cartográfica UTM, Datum WGS-84, Zona 24S. O software utilizado para a manipulação, processamento de dados, tal como produção de cartas temáticas foi o QGIS versão 2.8.9 Ltr.

Diante da rede de drenagem da bacia foi realizada uma análise da hierarquização fluvial, com a finalidade de reconhecer canais efêmeros e assim descartá-los, já que a Lei nº 12.651/2012, que estabelece parâmetros e define limites para a delimitação das APP's, não obriga APP para cursos d'água com essas características. Por análise, percebeu-se que os drenos de primeira ordem pertenciam a essa classe de escoamento, pois não possuíam tributários.

Em seguida, foram extraídas as nascentes dos cursos d'água de segunda ordem utilizando a extensão do SAGA Channel Network and drainage basins selecionando as Juctions. Posteriormente, definindo as que realizam intersecção dos canais de 2ª ordem. Um Buffer com um raio de 50 metros foi gerado, segundo ordena a lei vigente. De acordo com Teixeira e Christofolletti (1997), a ferramenta "Buffer" significa uma forma de análise de proximidade de zonas de uma determinada dimensão que são delimitadas em volta de uma feição ou de um elemento geográfico, levando em conta um determinado atributo.

Utilizando a extensão Open Layers Plugin, com o auxílio das imagens do satélite Google Earth foi possível conferir a largura média dos rios da rede de drenagem. Identificando-se por amostragem que os rios de segunda, terceira e quarta ordem possuíam largura média inferior ou igual a 10 m. Da mesma forma, esse processo foi aplicado para os drenos de quinta a sétima ordem, observando uma largura média superior a 10 m. Assim, as APP's foram delimitadas gerando Buffers de 30m para a primeira classe de cursos d'água e 50 m para a segunda, de acordo com a legislação definida por meio da Lei nº 12.651/2012, em seu capítulo II, Seção I, Artº 4, parágrafo I, que estabelece as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente, excluído os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, devendo possuir uma largura mínima de vegetação preservada de:

a) 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;

b) 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;

Em posse das APP's de nascentes e cursos d'água realizou-se uma operação de "diferença" com o objetivo de não sobrepor as áreas de proteção das nascentes.

Para os açudes foram utilizados os espelhos d'água no território da bacia. Para a delimitação das APP's, respeitou-se os seguintes critérios: Primeiramente, foram desprezados os açudes que possuísem uma área inferior a 1 Ha, já que na Lei 12.651/2012, em seu §4º, está previsto que no caso de lagos ou lagoas naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 HA, a APP é dispensada.

Em seguida foi realizada a separação dos açudes em duas classes: zona urbana e zona rural, segundo o novo Código Florestal brasileiro. Considerou-se açudes urbanos os que se localizassem em um raio de até 1 km de distância dos centros urbanos. Assim, foram gerados os buffers de APP correspondentes a cada classe:

- 30 m para açudes situados em zona urbana;
- 50 m para açudes em zona rural com áreas de até 20 Ha;
- 100 m para açudes com áreas superiores a 20 Ha.

Para a delimitação das APP's de Encostas e Topos de Morro foram obtidas imagens raster do Modelo Digital de Elevação (MDE) derivado da imagem Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) no site do TOPODATA, com resolução espacial de pixel de 30 x 30m, projeção UTM e Datum de referência o WGS 84, utilizando o QGIS 2.8.9 Ltr. Foram obtidas imagens de declividade e altitude.

Seguindo a metodologia de Santos (2015) o MDE de declividade foi reclassificado de acordo com as classes de declividade estabelecidas pela EMBRAPA (1979), para isso foram utilizados os geoalgoritmos: "Slope" e o "r.reclass". Por fim, o raster foi vetorizado e assim foram recortadas as faces de interesse, ou seja, os trechos com declividades superiores a 45º. Visto que a Lei nº 12.651/2012 que estabelece parâmetros e define limites para a delimitação das APP's, em seu capítulo II, Seção I, Art. 4º, parágrafo V, estabelece que são consideradas APP's as encostas ou parte destas que apresentem declividade superior a 45º, equivalente a 100% da linha de maior declive.

A Lei nº 12.651/2012 em seu capítulo II, Seção I, Art. 4º, parágrafo IX, estabelece que a APP definida para morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25º, deve possuir 1/3 de sua altura máxima preservada, assim, as áreas são delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo está definida pelo plano horizontal determinado por

planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação. Dessa forma, para obtenção das APP's de topos de morro foram seguidos os seguintes parâmetros:

- a) Altura mínima de 100 m;
- b) Inclinação média mínima de 25 °;
- c) Um terço da cota máxima.

Gerando as curvas de níveis a partir do raster da altitude, foi possível reconhecer as cotas com altitudes superiores a 100 m. Assim, excluindo morros com declividades inferiores a 25°, foram obtidos o terço da cota superior dos morros que se enquadraram nas restrições. Por fim, o arquivo raster foi convertido para vetor, assim pode-se então calcular a sua respectiva área de proteção permanente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 encontram-se os resultados em relação a quantificação das áreas de APP's na bacia hidrográfica de estudo, além disso, pode-se destacar a existência de dois grupos de APP's na BHASCA: o primeiro sendo representado pelo conjunto das categorias de APP's relacionado aos recursos hídricos de forma geral, sendo constituído por rios de 2ª a 4ª ordem, rios de 5ª a 7ª ordem, nascentes, açude rural (com área de até 20 HA), açude rural (com área superior a 20 HA) e açude urbano. Já, o segundo grupo é representado por APP's de topografia acidentada (topos de morro e encostas). As espacialidades das delimitações dessas áreas podem ser observadas nas Figuras 3 e 4.

Tabela 1: Quantificação APP's por tipologia na bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi

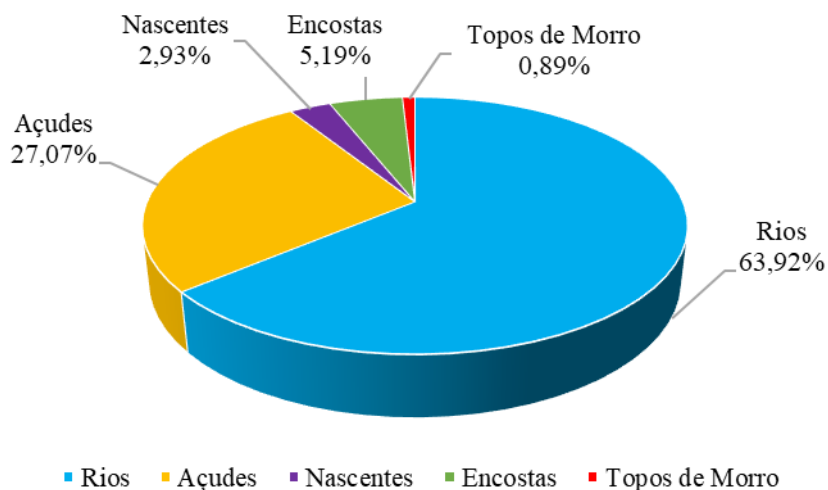
APP	Área (HA)
Rios 2ª a 4ª ordem	17.488
Rios 5ª a 7ª ordem	4.648
Nascentes	1.015
Açudes Rural (área até 20 HA)	4.990
Açude Rural (área superior a 20 HA)	4.061
Açude Urbano	322
Topo de Morro	308
Encostas	1.799
Total	34.631

Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

Na Figura 2 são exibidas as percentagens de ocupação territorial das classes de APP's de rios (rio de 2ª a 4ª ordem somadas com rio 5ª a 6ª ordem), açudes

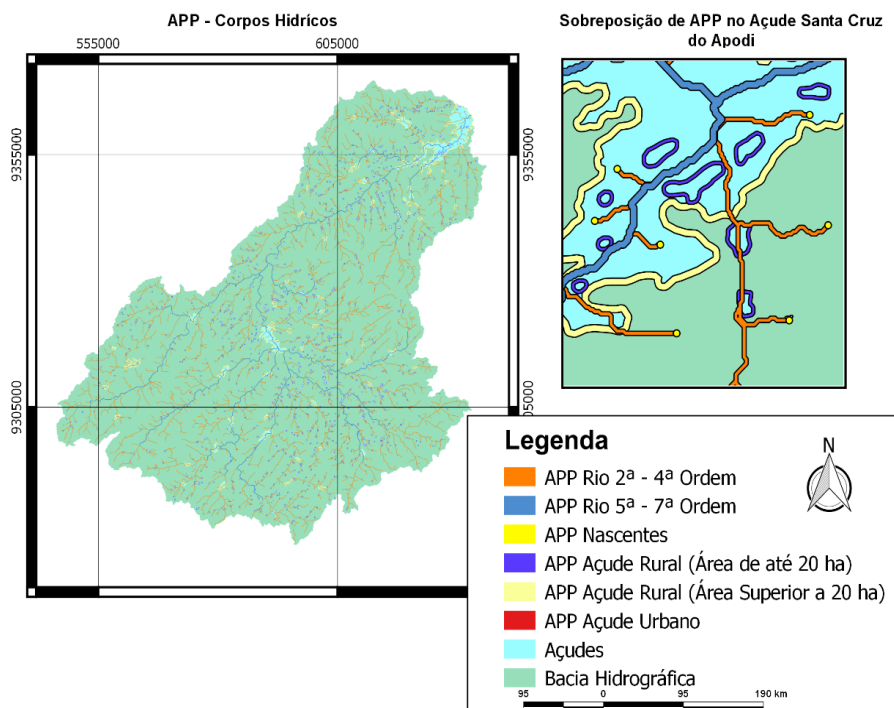
(incluindo açudes urbanos, rurais com áreas inferiores, iguais e superiores a 20 HA), topos de morros e encostas na bacia.

Figura 2: Distribuição das Percentagens de APP's na bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi



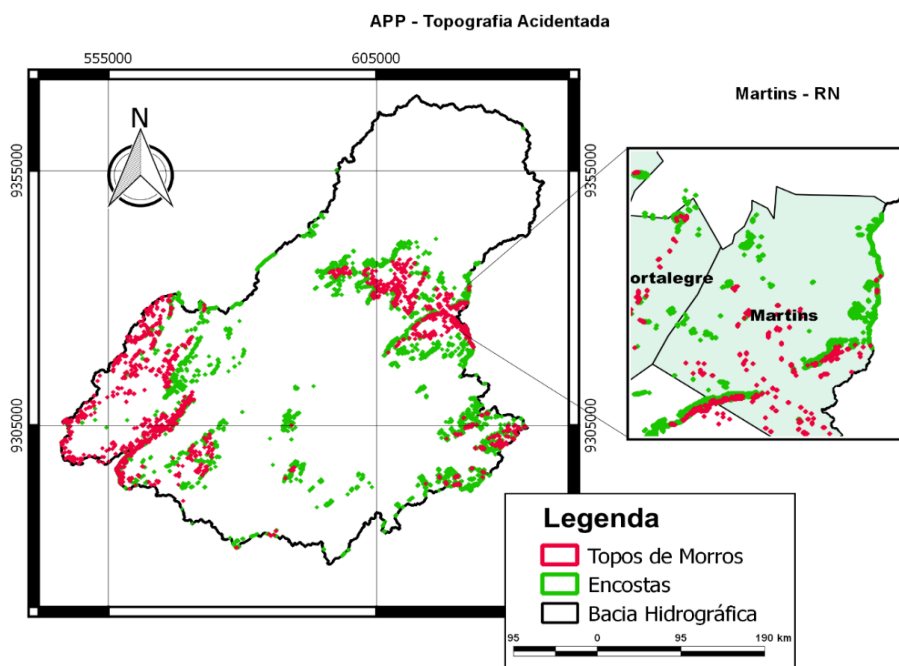
Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

Figura 3: APP de Corpos Hídricos na bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

Figura 4: APP de Encostas e Topos de Morro na bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi, com ênfase na cidade de Martins -RN



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016

O primeiro grupo representa cerca de 93,92% das APP's delimitadas na bacia. Sendo que os cursos d'água de 2ª a 4ª ordem foram os que apresentaram uma maior área de proteção permanente, totalizando 50,50% em relação as demais, isso pode ser explicado pelo fato de que a maioria dos rios pertencentes a bacia hidrográfica está classificada nessa categoria. Já, os rios de 5ª a 7ª ordem quantificaram um total de 4.648 Ha de APP's.

Segundo Schumacher e Hoppe (1998), as matas ciliares prestam importantes serviços ambientais para a preservação dos recursos hídricos e ecossistema aquático, atuando na diminuição e filtragem de escoamento superficial dificultando o escoamento superficial de partículas e sedimentos, estabilidade de áreas críticas e declivosas, como também na participação do controle de ciclo de nutrientes da bacia hidrográfica. Sendo assim, Braga (2005) cita que o desmatamento da vegetação nativa tem causado impactos adversos ao meio ambiente, como a aceleração dos processos erosivos, mudança na qualidade da água, diminuição na infiltração e armazenamento dos recursos hídricos e até alteração do regime hidrológico.

As nascentes da BHASCA representam apenas 2,93%, com um total de 1015 Ha. Em estudo semelhante, Neto et al. (2015) delimitaram as APP's da microbacia hidrográfica de Riacho Fundo na Paraíba, estabelecendo uma percentagem de 5,31% de APP, com relação a área total da mesma.

As áreas do entorno das nascentes denotam uma grande importância para proteção dos recursos hídricos diante da predominância de atividades antrópicas

(LUPPI et al., 2015; DONADIO et al., 2005), ainda que retrate uma pequena porção a ser preservada, em relação aos demais elementos constituintes da bacia hidrográfica. Indo de encontro com a pesquisa de Neres (2014), onde analisou as nascentes encontradas nos municípios de Martins e Portalegre/RN e constatou que as mesmas necessitam de um manejo adequado, que priorize o seu estado natural para que seja possível a manutenção do equilíbrio ambiental do fluxo das suas águas da sua bacia hidrográfica adjacente.

Em relação aos açudes urbanos e rurais, juntos ocupam uma parcela de 26,76% da APP total da bacia hidrográfica. Segundo Araújo (2013), diante o uso inadequado dos solos e desmatamento das matas ciliares, a conservação de açudes urbanos implica em uma necessidade de planejamento, como também na gestão nas zonas de entorno e APP's.

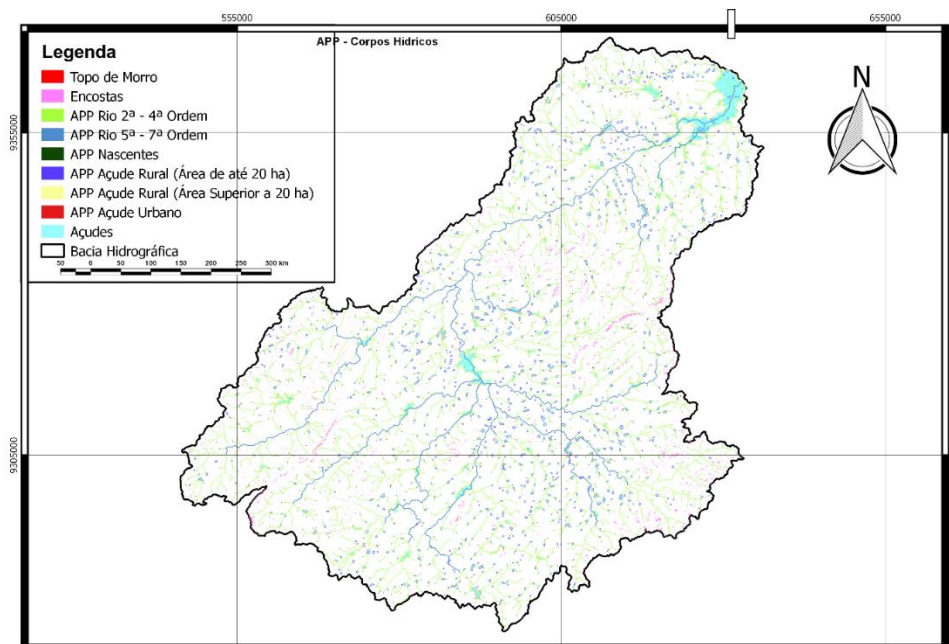
Já as APP's de topografia acidentada, representam cerca de 6,08% de sua totalidade. Bezerra et al. (2008) estudaram o território do município de Martins/RN, no qual registrou-se a presença de APP's de encostas e topos de morro, em que concluíram que os topos de morro ocupavam uma porção significativa da região, e ainda que um dos principais problemas ambientais identificados na área foram os loteamentos clandestinos que até então não eram controlados pelo Poder Público.

Segundo Nowatzki et al. (2010), as APP's com relevo mais acidentado têm como principal função a preservação das vertentes no desenvolvimento de processos erosivos e de movimentos de massa. Sendo assim, Luppi et al. (2015) destacam a importância de sua conservação, tendo em vista que se configuram como instrumentos de relevante interesse ambiental e de incentivo para o desenvolvimento sustentável.

Ao realizar a delimitação das APP's verificou-se que ocorreram alguns erros de sobreposição, os quais podem ser analisados na Figura 2, no açude de Santa Cruz em Apodi, onde observam-se áreas que se sobrepõem umas às outras. De acordo com o estudo realizado por Ribeiro et al. (2010), devido ao fato de haver essa sobreposição entre certas categorias de APP's, como por exemplo, entre proteção de nascentes e zonas ripárias, entre proteção ao longo de linhas de cumeada e proteção de nascentes, a soma percentual de proteção associado a cada categoria será sempre maior que o percentual de proteção total, qualquer que seja a bacia hidrográfica analisada.

A Figura 5 exibe todas as APP's da BHASCA, abrangendo uma área total de 34.631 Ha, o que corresponde cerca de 7,80% do território total da unidade hidrográfica.

Figura 5: Espacialização das APP's na bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

Diante do alto grau de exposição às atividades antropogênicas em quase toda a extensão desta bacia (SILVA et al., 2020) é imprescindível que haja um planejamento ambiental em todas as suas esferas. Para Eugenio et al. (2017), a utilização de geotecnologia se destaca por reduzir significativamente o tempo gasto com o mapeamento dessas áreas a serem protegidas e, por consequência, agilizar o período hábil de fiscalização do cumprimento das legislações. Schneider et al. (2016) ainda complementam que a sua delimitação e caracterização compõem uma importante informação para a tomada de decisão no que se refere a medidas que visam proteger ou recuperar estas áreas ambientalmente sensíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Zoneamento Ambiental é um dos instrumentos de planejamento e da gestão para o desenvolvimento regional sustentável que podem reverter esse quadro de degradação da bacia hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi – RN, ordenando o território de acordo com suas aptidões e vulnerabilidades, com o objetivo de propiciar uma melhor qualidade de vida da população e garantindo um desenvolvimento sustentável.

A delimitação das Áreas de Proteção Permanente tendo como base a lei vigente do Novo Código Florestal, nº 12.651/2012, juntamente com a adoção de um SIG, mapeou proporcionou a espacialização de zonas vulneráveis nas quais deveriam estar legalmente protegidas. Esse processo demandou esforço interpretativo, porém a metodologia apesar de suas limitações mostrou-se

bastante positiva, em virtude da otimização de tempo no processamento e análise.

As áreas delimitadas foram divididas em duas categorias: APP de corpos hídricos e de topografia acidentada, onde a primeira contemplava as nascentes, açudes e cursos d'água (excluindo-se os efêmeros) e a segunda tratava-se de topos de morro e encostas. A categoria corpos hídricos com suas classes (nascentes, rio 2ª a 4ª ordem, rio 5ª a 7ª ordem, açudes rurais com áreas de até 20 Ha, açudes rurais com áreas superiores a 20 Ha e açudes urbanos) representam uma parcela de 93,92% da área total de APP delimitada, enquanto o grupo de topografia acidentada (topos de morro e encostas) representam 6,08%.

Algumas APP's se sobrepuseram umas às outras, caracterizando assim uma limitação dessa metodologia, por falhas em bases vetoriais usadas, limitação do software QGIS, entre outros fatores.

Os resultados foram satisfatórios e espera-se que contribua para subsídio na criação de ações de planejamentos ambientais e territoriais que atendam aos princípios de conservação e manutenção dos recursos naturais da bacia hidrográfica. Sugere-se ainda a importância da realização de estudos posteriores mais aprofundados abordando o tema sob outras perspectivas, de forma a avaliar as implicações sociais quanto ao uso e cobertura das APP's, assim como o grau de conservação ou de manutenção dessas áreas.

Zoning environmental preservation of areas in the Santa Cruz do Apodi watershed (RN)

ABSTRACT

In the study was carried out in the Santa Cruz do Apodi-RN Sugar Basin (BHASCA). Its objective was to carry out an environmental study of Permanent Preservation Areas (APPs), based on the New Forest Code, Law N° 12,651 / 2012. With the help of geotechnologies Thematic maps were prepared identifying as areas of the APP automatically, what are the legally protected legal conditions, then perform a quantitative analysis of the data obtained. The results of the analysis and the mapping of permanent preservation areas show that, as the APP covers an area of 34,631 hectares in BHASCA, distributed along the marginal range of rivers (63,92%), without water penetration (27,07%), around springs (2.93%), top of hills (0.89%) and on slopes above 45° (5.19%). The study revealed satisfactory results that can serve as a basis for future studies focused on environmental and territorial planning, in order to promote a better quality of life for the population and ensure sustainable development.

KEYWORDS: Geoprocessing. Vulnerable zones. Environmental planning. New forest code.

REFERÊNCIAS

ALBANO, M. P. **A importância do planejamento urbano ambiental – a habitação social e a expansão urbana em Presidente Prudente-SP**. 2013. 165f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

ARAÚJO, O. C. **Análise de uso e ocupação do solo nas margens dos açudes Recreio e Penedo em Caicó/RN**. 52f. Monografia (Bacharel em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ensino Superior do Seridó, Campús de Caicó. Departamento de Geografia, Caicó, 2013.

BEZERRA, J. M.; FEITOSA, A. P.; MORAIS, C. T. da. S. L.; SILVA, P. C. M. da.; SILVA, I. R. da. Zoneamento ambiental das áreas de preservação permanente do município de Martins, RN. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 113-122, 2008.

BEZERRA, J. M.; SILVA, P. C. M.; BATISTA, O.R.; FEITOSA, A.P. Uso de geotecnologias para avaliação ambiental da deterioração no município de Mossoró. **Revista de geografia**, v.28, n.3, p.127-149, 2011.

BRAGA, R. A. P. Avaliação dos instrumentos de política pública na conservação integrada de florestas e água, com estudo de caso na Bacia do Corumbatai -SP. Tese (Doutorado). São Carlos – SP, Universidade Federal de São Carlos, 2005.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 25/10/2016.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 22 ago. 2019.

CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores socioeconômicos e gestão ambiental nos municípios da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN. **Revista Sociedade e Natureza (Online)**, v. 23, n.1. 2011.

DONADIO; N. M. M., GALBIATTI, J.A.; PAULA; R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; FIEDLER, N. C.; RIBEIRO, G. A., SILVA, A. G.; SOARES, V. P.; GLERIANI, J. M. Mapeamento das áreas de preservação permanente do estado do Espírito Santo, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 8970906, 2017.

FERNANDES NETO, S. F.; MELO, G. K.; R. M. M.; LIMA, V. L. A.; NETO, D. J. Áreas de Preservação Permanente: a aplicabilidade da legislação ambiental frente aos recursos hídricos do semiárido brasileiro. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 42, p. 210-219, set./dez. 2015.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L. De; PECHE FILHO, A. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013.

LUPPI, A. S. L.; SANTOS, A. R. dos; EUGENIO, F. C.; FEITOSA, L. S. A. Utilização de Geotecnologia para o Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente no Município de João Neiva, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2015.

MEDEIROS, M. A. **Morfometria de bacias hidrográficas no semiárido nordestino: bacia do açude do Santa Cruz do Apodi-RN**. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, Pau dos Ferros, 2017.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do Geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, jan. 2012.

NERES, S. C. T. **Nascentes da região serrana de martins e portalegre, Rio Grande do Norte: aspectos hidrodinâmicos e macroscópicos como subsídio à conservação**. 2014. 168f. Dissertação (Mestrado) – mestrado em ciências naturais, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. 2014.

NOWATZKI, A.; SANTOS, L. J. C.; PAULA, E. V. de. Utilização do Sig na delimitação das áreas de preservação permanente (APP's) na Bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2010.

OLIVEIRA, P. C. A. de; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia MG. **Sociedade & Natureza, Uberlândia**, v. 21, n. 3, p. 305-314, 2009.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; SOUZA, L. S.; CASTRO, S. S. L.; Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró - RN - Brasil. **Revista Eclética Química**. v. 34, n. 3, 2009. Disponível em: Acesso em: 15 set. 2011.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES V. P.; MENEZES, S. J. M. C. Áreas de preservação permanente: espaços (im)possíveis. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 6, fev. 2010.

ROCHA, A. B.; BACCARO, C. A. D.; SILVA, P. C. M.; CAMACHO, R. G. V. Mapeamento geomorfológico da bacia do Apodi-Mossoró - RN – NE do Brasil. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, a. 8, n. 16, 2009. pp.201-216.

SCHNEIDER, V. E.; MAGRIN, T. B.; CEMIN, G.; DOS SANTOS, G. M. Análise da situação ambiental das Áreas de Preservação Permanente no município de São AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; p. 2019 72 José dos Ausentes-RS. **Scientia cum Industria**, v. 4, n. 2, p. 125-130, 2016.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. **A Floresta e a Água**. Pallotti, Porto Alegre, 1998, 70 p.

SILVA, W. B.; BEZERRA, J. M.; FEITOSA, A. P.; SILVA, P. C. M.; REGO, A. T. A. Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Açude Santa Cruz do Apodi/RN. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, p. 397-407, 2020.

SOUSA, D. C. B.; REINALDO, G. P. B.; COSTA, T. K. G.; DANTAS, K. K. C.; MAMEDE, G. L.; SILVA, P. C. M. Estimativa de assoreamento dos reservatórios da bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi-RN. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19., 2011. Maceió. **Anais...** 2011. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81&SUMARIO=1405&ST=estimativa_de_assoreamento_dos_reservatorios_da_bacia_hidrografica_do_acude_santa_cruz_do_apodi_rn>. Acesso em: 13 jul. 2019.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F.; DIAS, N. D. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, Botucatu, v.1, n.1, p.280-296,

2012. Disponível em:
<<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/453>>. Acesso em: 22
ago. 2019.

TEIXEIRA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistema de Informações Geográficas:
dicionário ilustrado**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

Recebido: 27/11/2019

Aprovado: 09/05/2020

DOI: 10.3895/rts.v16n45.11331

Como citar: SILVA, W.B. et al. Zoneamento ambiental das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do açude Santa Cruz do Apodi (RN). **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 45, p. 243-259, out./dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11331>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

