

COEFICIENTE AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Marcondes Loureiro de Carvalho Batista¹; Samilly Jaciara de Souza Lima²; Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro³; Camila Macêdo Medeiros³; Dayse Luna Barbosa⁴ & Márcia Maria Rios Ribeiro⁴

Resumo - Neste trabalho aplica-se um Coeficiente Ambiental (proporção de Área de Preservação Permanente (APP) em relação à área total estudada) para a Bacia Sedimentar Costeira da Região do Baixo Curso do rio Paraíba, no Estado da Paraíba. A proposta é que tal coeficiente possa ser utilizado como subsídio à gestão dos recursos hídricos através, por exemplo, do instrumento da cobrança pelo uso da água bruta. Como os resultados obtidos com este coeficiente refletem a situação de proteção de áreas de preservação ambiental, objetiva-se reduzir o valor a ser pago pelos usuários introduzindo-se o Coeficiente Ambiental na fórmula da cobrança.

Abstract - This paper aims to present an Environmental Coefficient (relation between Permanent Protect Area and the area studied). The Environmental Coefficient was applied to the Lower Paraíba River Basin, Paraíba State, Brazil. This proposal is that such Coefficient could be used to subsidy water resources management through, for instance, its bulk water fees. As the results related to the Environmental Coefficient reflect the level of protection of the Permanent Protect Area, it should be possible to reduce those fees by applying the Coefficient into the formula of charging.

Palavras-chave: coeficiente, áreas de preservação ambiental, cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

¹Engenheiro Civil. CLN 05, Bloco H, Lote 03, Edif. Vitória, Apto. 301 - Riacho Fundo I - Distrito Federal CEP 71805-293 Fone (61) 3312-2754. marcondesloureiro@gmail.com

²Graduanda em Engenharia Civil UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882 - Bloco CR - Campina Grande PB - 58.429-140 - samillyjaciara@gmail.com

³Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental – UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882 - Bloco CR - Campina Grande PB - 58.429-140 - dricadefreitas@yahoo.com.br; camilamedeirosm@gmail.com

⁴Professoras Adjunta UFCG. Av. Aprígio Veloso, 882 - Bloco CR - Campina Grande-PB - 58.429-140 Fone: (83) 21011422 - dayseluna@yahoo.com.br; mm-ribeiro@uol.com.br

INTRODUÇÃO

É notória a degradação dos aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos motivados pela intensa ação humana, ocorrendo, em alguns locais, o desaparecimento das nascentes de água e a poluição dos mananciais. Assim, é inevitável o conhecimento das características dos recursos hídricos para permitir aos tomadores de decisão confiabilidade quanto à defesa e exploração racional desses recursos, conforme preconiza um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei Federal 9.433/97 (BRASIL, 1997). Dentre os instrumentos da PNRH está a cobrança pelo uso dos recursos hídricos para incentivar a racionalidade do uso da água. Entre os objetivos do instrumento da cobrança encontra-se reconhecer a água como um bem econômico e dar aos usuários uma indicação do seu real valor.

No presente artigo apresenta-se uma proposta para o que se denomina de “Coeficiente Ambiental (CAB)”, que poderá ser utilizado como critério para a cobrança pelo uso da água, com o objetivo de reduzir o valor a ser cobrado nas áreas de preservação ambiental. O CAB em foco foi aplicado para a região do Baixo Curso do rio Paraíba, no Estado da Paraíba.

Coeficiente Ambiental (CAB)

Segundo Targa¹ (2002) apud Figueiredo *et al.* (2005) o Coeficiente Ambiental (CAB) reflete a existência de vegetação nativa na forma exigida pelo Código Florestal (BRASIL, 1965) nas Áreas de Preservação Permanente (APP). Dessa forma, o CAB expressa a proporção de APP protegidas em relação à área total de estudo (Equação 1).

$$CAB = \frac{APP(preservada)}{APP(exigida)} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

CAB: Coeficiente Ambiental;

APP (preservada): área preservada no local de estudo;

APP (exigida): área exigida por lei a ser preservada na área de estudo.

Área de Preservação Permanente (APP)

A lei 4.771/65 (BRASIL, 1965), que institui o Código Florestal, define Área de Preservação Permanente como sendo uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar da população.

¹ TARGA, M.S. et al. *Reflexões e considerações sobre a cobrança de uso da água para o setor agropecuário na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Câmara Técnica de Cobrança de uso da água, CBH-OS. Taubaté –SP, p.1-13,2002.

De acordo com esta lei, é considerada Área de Preservação Permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será de: 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura; 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;

- Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

- Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura;

- No topo de morros, montes, montanhas e serras;

- Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

- Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

- Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais e;

- Em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente tem o objetivo de atenuar a erosão da terra, auxiliar na fixação das dunas, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, auxiliar na defesa do território nacional, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico, abrigar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção, a assegurar condições de bem-estar público. A metodologia adotada nesta pesquisa para obtenção do coeficiente ambiental considera o disposto no Código Florestal e na Resolução CONAMA 303/02 para Área de Preservação Permanente. A Resolução CONAMA 303/02 estabelece os parâmetros, definições e limites utilizados para as Áreas de Preservação Permanente. Esta Resolução considera que essas áreas serão protegidas por se tratar de um instrumento relevante para o meio ambiente, integrando o desenvolvimento sustentável.

METODOLOGIA

Área de Estudo

As áreas de estudo desta pesquisa (zonas 2 e 7) pertencem à porção da Bacia Sedimentar Costeira Paraíba-Pernambuco inserida na Região do Baixo Curso do rio Paraíba, sendo a segunda maior bacia do estado da Paraíba. Nestas áreas observa-se uma intensa exploração da água

subterrânea para consumo humano e irrigação, especialmente, de cana-de-açúcar. Segundo o IBGE (2011) o número de habitantes é de 913.499 nos municípios que fazem parte da área de estudo.

As zonas de gerenciamento foram estabelecidas para a parte sedimentar costeira do Baixo Curso do rio Paraíba em ASUB (2010), considerando aspectos hidrogeológicos, sociais e econômicos. Neste estudo, a área considerada corresponde às Zonas de Gerenciamento 02 e 07 da Bacia Sedimentar Costeira do Baixo Curso do rio Paraíba, Estado da Paraíba (Figura 1).

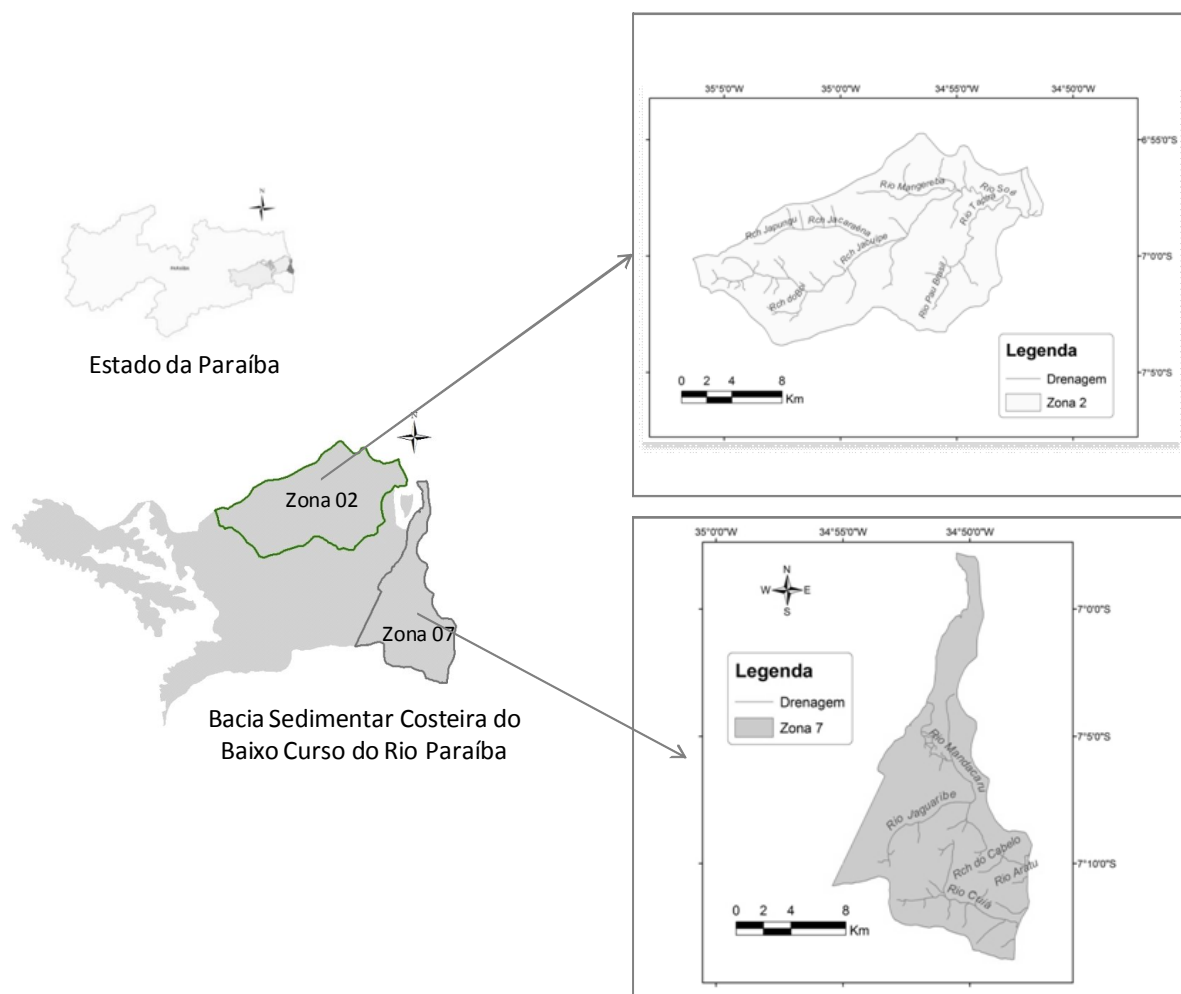


Figura 1 – Área de Estudo: Zonas de Gerenciamento 02 e 07.

A Zona de gerenciamento 02 (ASUB, 2010) é definida como a área topograficamente delimitada pela Bacia do rio Soé, rio este que desemboca na foz do rio Paraíba, na cidade de Cabedelo. Hidrogeologicamente, na margem esquerda do rio Pau Brasil-Tapira encontra-se o Beberibe Inferior. A leste do rio Tapira até o final da zona, o subsistema é livre, formado pelos aquíferos Barreiras, Beberibe Superior e Beberibe Inferior. Esta zona abrange parte do município de Lucena e Santa Rita, possuindo uma área de 255,47 km².

A Zona de Gerenciamento 07 (ASUB, 2010) é individualizada pela falha de Cabedelo a oeste, pelo oceano ao norte e a leste e pelo divisor de bacia do rio Gramame ao sul. Hidrogeologicamente trata da zona mais completa, integrada pelo subsistema livre contido nas formações Barreiras, Aluviais e depósitos flúvio-marítimos da planície costeira e pelo subsistema confinado contido nas formações Beberibe Superior e Inferior. A zona é limitada no topo pelo calcário Gramame e na base pelo cristalino que ocorre em subsuperfície. Totalizando uma área de 169,40 km², abrangendo os municípios de João Pessoa e Cabedelo.

Estimativa do Coeficiente Ambiental (CAB)

Para a determinação das Áreas de Preservação Permanente (APP) - importante parâmetro para a estimativa do Coeficiente Ambiental - foram utilizados os critérios da Resolução CONAMA 303/02 que dispõe sobre as definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Desta forma, para a região estudada foram consideradas as seguintes áreas: as faixas marginais de rios, os morros, as montanhas e as encostas.

Faixas Marginais

Os rios presentes na área de estudo possuem largura variando entre 6,50 m e 9,65 m. Deste modo, as faixas marginais dos mesmos possuem 15 m de largura (nova redação do Código Florestal - 2011). As Figuras 2 e 3 apresentam os rios e as respectivas faixas marginais. A Tabela 1 apresenta as características da rede de drenagem das zonas de estudo.

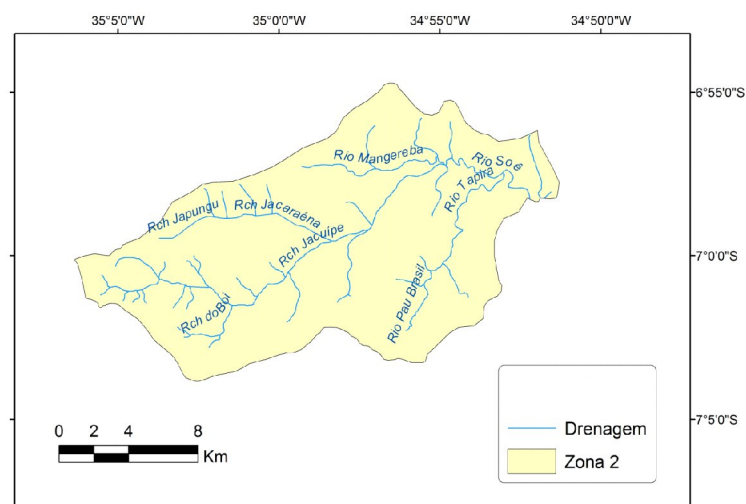


Figura 2 – Drenagem da Zona de Gerenciamento 02.

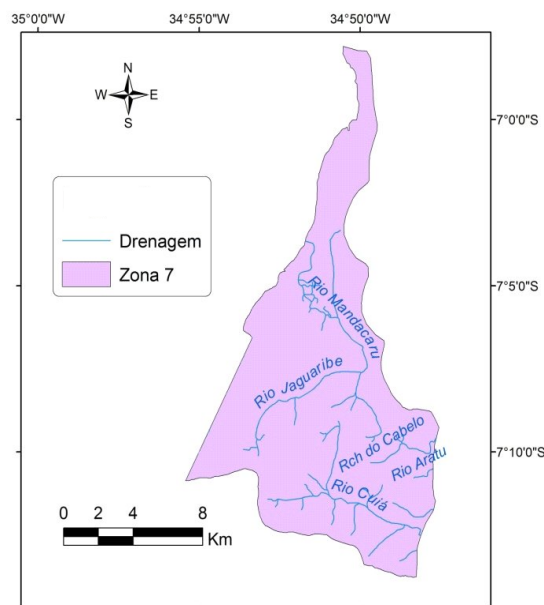


Figura 3 - Drenagem da Zona de Gerenciamento 07.

Tabela 1 – Características da rede de drenagem das zonas de estudo

Zonas	Drenagem	Largura média (m)	Comprimento (m)	Área (Km ²) - mata ciliar
2	Riacho Japungu	7,5	3580	0,13
	R. Jacaraéna	6,55	7117	0,26
	Riacho Jacuípe	6,9	20600	0,76
	Riacho do Boi	6,5	3644	0,13
	Rio Mangereba	7,59	9687	0,36
	Rio Soé	9,65	12539	0,50
	Rio Tapira	9,12	9993	0,39
	Rio Pau Brasil	9,25	3355	0,13
	Total			2,67
7	Rio Mandacaru	8,9	10610	0,41
	Rio Jaguaribe	9	8506	0,33
	R. do Cabelo	8,3	5308	0,20
	Rio Aratu	7,9	1416	0,05
	Rio Cuiá	9,6	9358	0,37
		Total		

Esses elementos do relevo da área de estudo foram obtidos a partir da elevação MDT (Modelo Digital do Terreno). Foram definidas três classes para a determinação desses elementos: i) a classe I compreende o intervalo de 0 a 50 metros; ii) a classe II compreendendo o intervalo 50 m a 150 m; iii) a classe III compreende intervalo de 150 a 216 m. As Figuras 4 e 5 apresentam esta classificação. A Tabela 2 apresenta a área e o percentual para cada classificação.

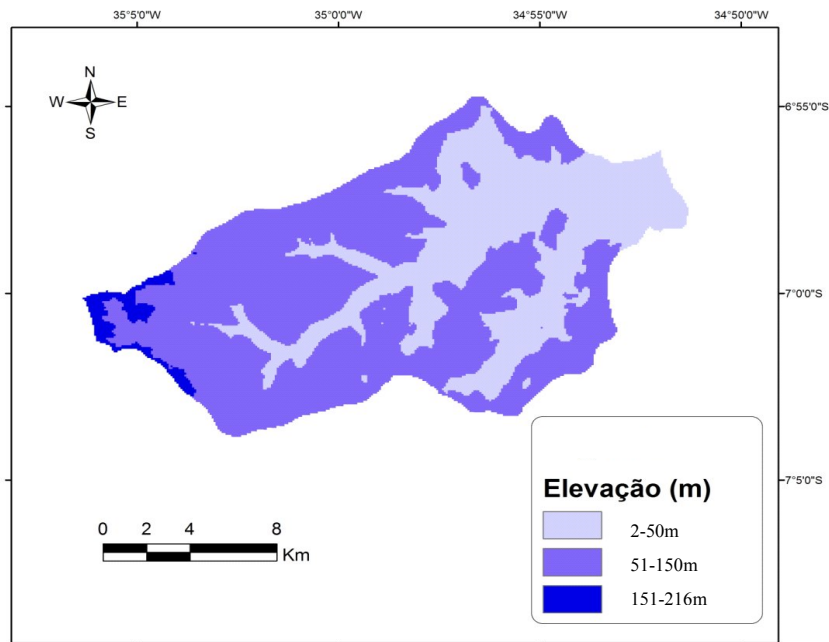


Figura 4 – Elevação da Zona de Gerenciamento 02.

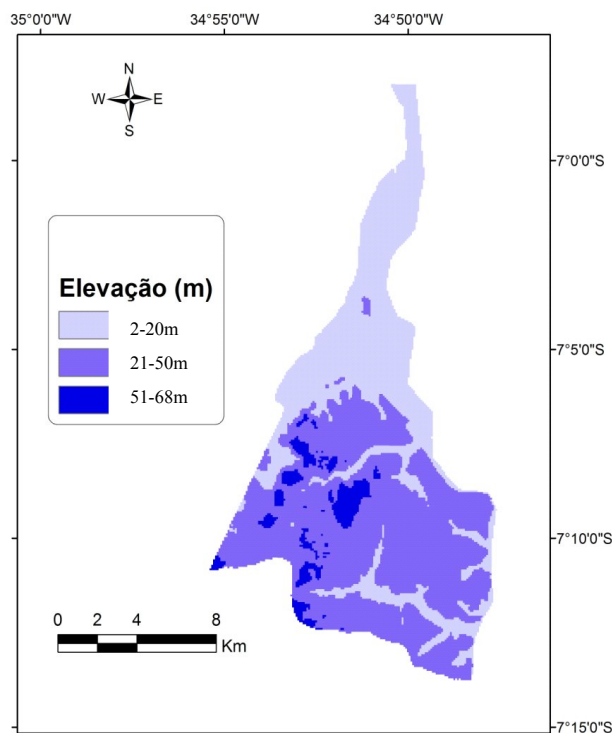


Figura 5 – Elevação da Zona de Gerenciamento 07.

Tabela 2 – Características da elevação para zonas de gerenciamento 02 e 07

Zonas	Elevação (m)	% da área	Área (km²)
2	0 - 50	23	58,76
	51 - 150	47	120,07
	151 - 116	30	76,64
	Total	100	255,47
7	0 - 20	30	50,82
	21 - 50	44	74,54
	51 - 68	26	44,04
	Total	100	169,4

Em relação à elevação das zonas, e conforme Resolução CONAMA 303/02, não existe nenhum local de preservação de montanhas para as zonas 02 e 07, pois são consideradas montanhas as elevações superiores a 300 m. Já em relação aos morros, a Resolução CONAMA 303/02 afirma que os morros possuem elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento. Neste sentido, as zonas de gerenciamento estudadas não apresentam montanhas e morros.

Declividades

Foram elaborados mapas de declividade para determinar a APP. Quanto a esse critério, três classes foram determinadas e estão apresentadas nas Figuras 6 e 7. A Tabela 3 apresenta as características das declividades para as zonas de gerenciamento 02 e 07.

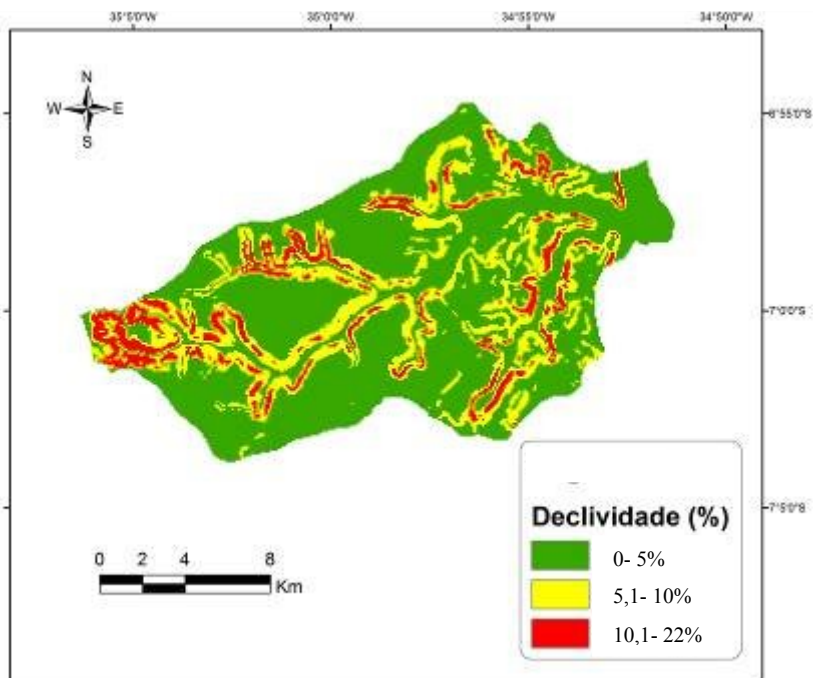


Figura 6 – Declividade da Zona de Gerenciamento 02.

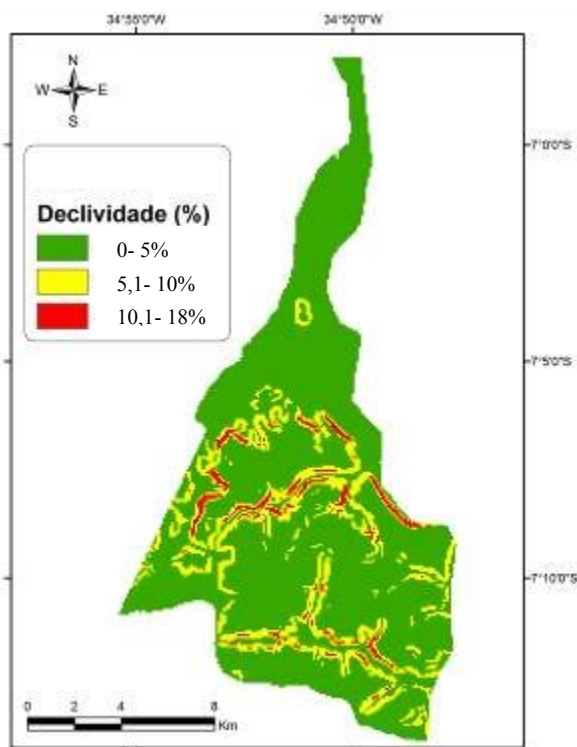


Figura 7 – Declividade da Zona de Gerenciamento 07.

Tabela 3 - Características das declividades para zonas de gerenciamento 02 e 07

Zonas	Classe de Declividade	% da área	Área (km ²)
2	0-5%	23	58,76
	5,1-10%	23	58,76
	10,1-22%	54	137,95
	Total	100	255,47
7	0-5%	28	47,43
	5,1-10%	28	47,43
	10,1-18%	44	74,54
	Total	100	169,4

De acordo com a Resolução do CONAMA 303/02 as encostas ou parte destas com declividades superiores a cem por cento (100%), devem ser conservadas como APP. Os mapas de declividades das zonas de gerenciamento 02 e 07 apresentaram declividades inferiores a cem por cento. Deste modo, com relação às encostas não existe necessidade de preservação para as referidas zonas.

Mapa de Uso de Solo

Para que houvesse melhor identificação do uso do solo da área de estudo, tornou-se necessário a elaboração de um mapa de uso do solo. O mapa de uso do solo, neste caso, é considerado um mapa foto-interpretativo, já que para sua classificação não houve estudo e visitas a campo. Neste sentido, utilizou-se o estudo desenvolvido por Rufino *et al.* (2010), o qual será descrito a seguir.

A imagem selecionada tem data de passagem em 04 de agosto de 2001 do satélite LANDSAT 7 e, a cena escolhida foi L7ETM21406520010804, com orbita 214, ponto 65. A imagem apresenta uma baixa cobertura de nuvens, sendo o fator determinante para a escolha desta cena, já que é um fato raro na região de João Pessoa.

Utilizando o método da classificação supervisionada e pela técnica de treinamento (uso de amostras), o mapa foi elaborado no software livre SPRING, desenvolvido pelo INPE. No processo de classificação supervisionada recomenda-se que sejam feitas várias tentativas e validações dos resultados baseadas em conhecimento de campo da área de estudo (Rufino *et al.*, 2010).

A imagem foi trabalhada distribuindo a composição colorida como R→Banda 5, G→Banda 4 e B→Banda 3, realizando um contraste linear para melhorar a visualização (Figura 8).



Figura 8 – Imagem com distribuição colorida e contraste linear.

A imagem foi segmentada com um limite de similaridade 15 e como tamanho mínimo de área 15, em pixels, de cada região. Com a segmentação realizada, deu-se início a classificação pelo classificador por regiões segmentadas Bhattacharya, definindo as classes de área urbana, agricultura, solo exposto, vegetação densa e vegetação semidensa.

A finalização do mapa de uso do solo se deu com o recorte da área a ser utilizada, através da ferramenta “recorte de plano de informação” e com a vetorização dos dados trabalhados em matriz para que fossem exportados como shapes e utilizados para elaborações de mapas específicos e medidas de classes (Figuras 9 e 10). As áreas referentes ao uso atual dos solos para a região de estudo encontram-se na Tabela 4.

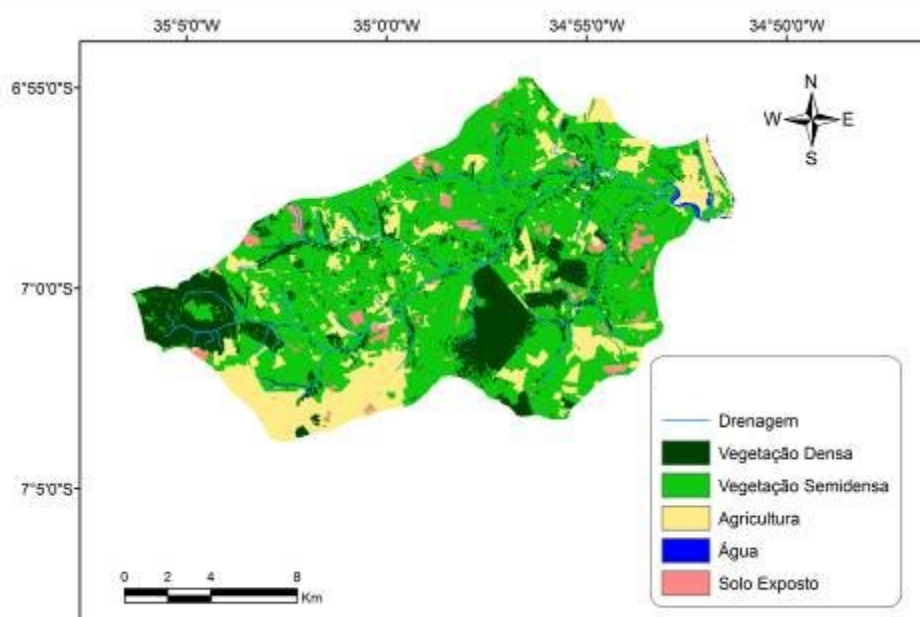


Figura 9 - Uso do solo atual da zona de gerenciamento 02.

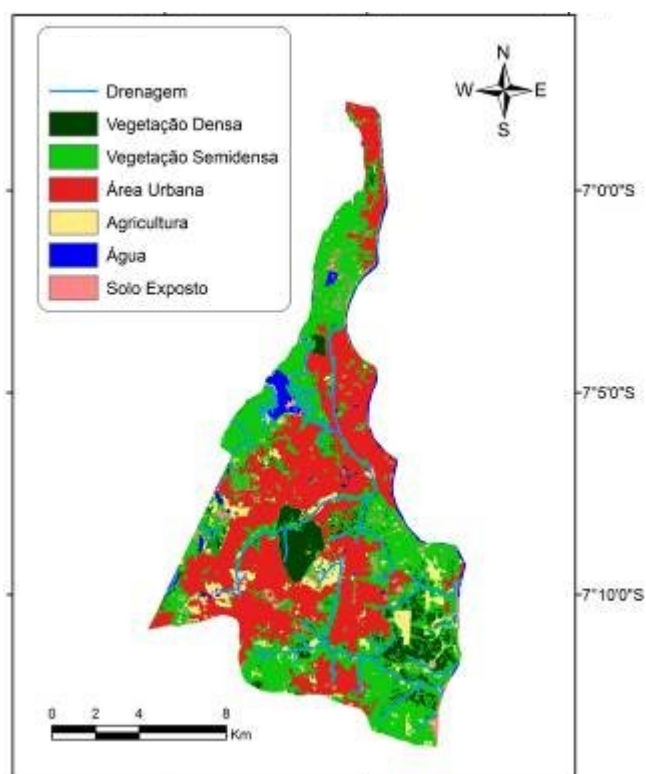


Figura 10 - Uso do solo atual da zona de gerenciamento 07.

Tabela 4 – Uso atual do solo para as zonas em estudo

Zonas	Uso do solo		% da área	Área (km ²)
2	Vegetação densa	Mata nativa	16,86	43,08
	Vegetação semidensa densa	cana-de-açúcar	61,44	156,96
	Agricultura	subsistência	18,37	46,93
	Água	mananciais	0,34	0,87
	solo exposto	-	2,99	7,63
	TOTAL			100
7	Vegetação densa	Mata nativa	7,90	13,37
	Vegetação semidensa densa	cana-de-açúcar	41,90	70,98
	Área Urbana	João Pessoa e Cabedelo	39,84	67,48
	Agricultura	subsistência	4,38	7,42
	Água	mananciais	2,88	4,88
	solo exposto	-	3,10	5,25
TOTAL			100	169,4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a obtenção dos mapas já descritos, a Tabela 5 apresenta as características das áreas que devem ser preservadas por lei e das áreas atualmente preservadas. Desta maneira, foram obtidos os Coeficientes Ambientais para as zonas de gerenciamento 02 e 07.

Tabela 5 – Áreas de Preservação Ambiental (pela Legislação e atual)

Zonas	Critério	Área exigida por lei (km ²)	Área preservada (APP) – (km ²)	CAB
2	Rios/Riachos	2,67	43,95	16,5
	Morro/ Motanhas	*	*	
	Encostas >100	**	**	
7	Rios/Riachos	1,37	18,26	13,3
	Morro/ Motanhas	*	*	
	Encostas >100	**	**	

CAB = Coeficiente Ambiental;

* Não existe a presença de morros e montanhas, conforme Resolução CONAMA 303/02, para as zonas estudadas;

** Não existem declividades superiores a 100%, desse modo não há APP a serem preservadas quanto a esse critério.

O Coeficiente ambiental obtido por esse estudo expressa a relação entre as áreas a serem preservadas e as áreas atualmente preservadas. O alto valor do coeficiente ambiental para as zonas de gerenciamento demonstra que existem áreas de preservação permanente superiores as áreas exigidas por lei.

Esse coeficiente poderá ser utilizado como critério para reduzir o valor a ser cobrado pelo uso da água, visto que algumas legislações de recursos hídricos, como por exemplo, a Deliberação N° 01 (Paraíba, 2006), sugerem a implementação de coeficientes que ponderem o valor da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, incentivando o usuário a manter uma postura racional. Além disso, o referido coeficiente incentiva a não degradação das áreas de preservação ambiental.

Os resultados desse coeficiente devem ser visto como uma primeira abordagem, uma vez que para determinação das Áreas de Preservação Ambiental foram utilizados apenas os critérios de faixa marginal, encostas, morros e montanhas. Este fato pode justificar o elevado valor para o Coeficiente Ambiental (CAB).

Observa-se que o Coeficiente Ambiental, obtido neste estudo, considerou apenas um valor para cada zona de gerenciamento, ou seja, independente de qual seja a localização do usuário de recursos hídricos o valor do referido coeficiente será o mesmo. Sendo assim, mesmo os usuários

localizados em áreas que não existam áreas de preservação ambiental terão a mesma redução no valor da cobrança.

Outros critérios da Resolução CONAMA 303/02 podem ser considerados para a determinação da APP além dos critérios utilizados para determinação das Áreas de Preservação Ambiental desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à CAPES pela concessão de bolsas de mestrado à terceira e quarta autoras, respectivamente. Ao MCT/FINEP/CT-HIDRO pelo financiamento do projeto “Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASUB (2010). *“Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a Gestão das águas Subterrâneas”*. Relatório Técnico Parcial nº02. Universidade Federal de Campina Grande-PB.

BRASIL (1965) Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.

BRASIL (1997) Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos.

CONAMA (2002). Resolução 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 20 de Março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

FIGUEIREDO, WALTER ROCHA de; BATISTA, G. T; BALLESTERO, S. D.; TARGA, M. dos S. (2005) *“Validação de um coeficiente Agroambiental no sistema de cobrança do uso da água utilizando técnicas de Geoprocessamento”*. Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UNITAU. Revista. Biociências. Taubaté, v.11, n. 1-2, p. 7-18, jan./jun.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). *Contagem de população 2007*. Disponível no endereço da internet: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 20/05/11.

PARAÍBA (2006). Deliberação nº 01, de 28 de fevereiro de 2006. Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. CBH-PB. Aprova a implantação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências.

RUFINO, I.A.A.; FILHO, D. F. DE A.; OLIVEIRA, A. L.; LUNGUINHO R. L. (2010). *“Geoprocessamento no apoio as instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança na gestão das águas subterrâneas”*. X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Fortaleza-CE.