Título: Valoração de Serviço Ambiental prestado por Unidades de Conservação no abatimento de erosão: um ensaio metodológico

Primeiro Autor:Yuri Botelho Salmona

Calidad acadêmicas: Bacharel em Geografia

Calidad profissional: Especialista em Geoprocessamento adscripción institucional y país: Mestrando da Ciências Florestais da Universidade de Brasília, Brasil

Endereço:Núcleo Rural Córrego do Torto, trecho 1 chácara 1, casa 1, Setor de habitação individual norte,lago norte, Brasília, Brasil.CEP:71538-100

Segundo Autor: Dante F. C. Reis Junior

Calidad acadêmicas: Pós-Doutor pela UNESP, Campus Rio Claro (2009), Doutor em Ciências pela UNICAMP (2007), com estágio na Université de Toulouse 2, França (2006), Mestre em Geografia pela UNESP, Campus Rio Claro (2003), Licenciado em Geografia pela UFPEL (2000).

Calidad profissional: Professor Adjunto I. adscripción institucional y país:no Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, Brasil.

Resumo

A lei brasileira para Áreas Protegidas (AP) prevê remuneração àquelas AP que protejam manancial cuja água seja explorada por empresas de abastecimento público. Não há, porém, uma metodologia para avaliar o valor dessa remuneração. O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica para calcular a economia nos gastos do tratamento da água devido ao abatimento de erosão promovido pela conservação da cobertura vegetal da AP a montante. Esse cômputo baseia-se na diferença do potencial erosivo entre um cenário com AP (I) e outro sem AP (II). A diferença de potencial erosivo indicou a turbidez da água e conseqüentemente o gasto com o agente coagulador usado na estação de tratamento. Essa abordagem foi aplicada no Córrego da Barriguda que abastece a cidade de Pirenópolis (Goiás, Brasil). O potencial erosivo foi computado em ambiente de Sistema de Informações Geográficas usando os fatores de cobertura do solo da Equação Universal de Perda de Solo, que tiveram uma diferença de 287,12% entre os cenários. Esse contraste indicou um aumento na turbidez da água e na dosagem do coagulante.

Concluiu-se que a proteção da AP resulta em economia de 64,12% no gasto calculado em relação ao cenário II, sendo esse o valor do serviço ambiental.

Introdução

O abatimento de erosão é um importante serviço ecossistêmico prestado pela cobertura vegetal, pois é um dos fatores que controlam os processos erosivos (Balbinot, et al., apud Lima, 2008). Essa função é ainda mais importante nas áreas à montante de captações de água para o abastecimento público, onde a vegetação pode diminuir a turbidez provocada pelos sedimentos advindos do transporte de solo.

A vegetação influencia a dinâmica da bacia hidrográfica nos processos de transpiração, percolação, em especial na interceptação pluviométrica e infiltração (Balbinot, et al., apud Lima, 2008). A presença da cobertura vegetal significa abatimento de erosão, já que a copa das árvores e cobertura herbácea-arbustiva dispersam a energia cinética da chuva, aumentando o tempo de infiltração, diminuindo a quantidade de água que efetivamente chega ao solo (Lima, 2008), conseqüentemente mantendo a agregação das partículas e aumentando o volume de infiltração da água no solo, evitando dispersão das partículas para a calha dos córregos.Quando a vegetação natural se encontra intacta ou bem manejada, esse é um processo naturalmente lento, mas que pode ser acelerado pela atividade antrópica. O manejo inadequado da vegetação expõe o solo a erosão, potencializando a perda dos insumos carreando-os para os cursos d'água, provocando assoreamento e poluição, impondo a outros usuários prejuízos ambientais (Baulmol & Oates, 1979 apud Chaves 2004).

No caso de APs que protegem mananciais isso significa enquadrar-las dentro da figura jurídica de "provedores – recebedores". Que nada mais é do que chancelar-las como territórios provedores de serviços ambientais e aptas a serem remuneradas/retribuídas por isso.

No Brasil, a Lei n°9. 985 de 2000, que institui o Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SNAP prevê a figura da AP provedora – recebedora através do art. 47 a remuneração a AP que protejam mananciais usados para o abastecimento publico. Porem não há uma metodologia para calcular essa remuneração nem está explicito pelo que deve ser essa remuneração.

A proposta é que a AP que se enquadre no esquema apresentado pela lei, seja remunerada proporcionalmente ao abatimento de erosão que sua cobertura vegetal assegura, balizada pela respectiva economia nos gastos do tratamento da água.

Para tanto,é imprescindível conhecer o potencial erosivo dessas AP.Uma forma de fazer isso é através dos elementos pertinentes a cobertura do solo abordados na Equação Universal de Perda de Solo – USLE – (Wischmeier & Smith, 1958) (Chaves, 2004a).Esses elementos são, o fator C e o fator P.

O fator C– uso e manejo do solo – é a relação entre a perda de solo sob determinado uso e manejo e as perdas correspondentes caso esse solo fosse mantido descoberto. Esse fator mede o efeito combinado de todas as relações das variáveis de cobertura e manejo (Wischmeier & Smith,1978).Já o fator P – práticas conservacionistas – é dado pela relação entre as perdas de solo sob determinada prática conservacionista e as perdas se a cultura fosse plantada no sentido do declive (Silva, 2001).

Alem desses elementos a USLE leva em consideração outros, são eles: erosividade da chuva (fator R – MJ.mm/ha.h.ano), erodibilidade do solo (fator K – ton.ha.h/MJ.ha.mm), comprimento de rampa (fator L- adimensional), declividade (Fator S - %). Conforme a equação abaixo.

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

Porém, considerando as condições brasileiras de casos de inexistência de dados de entrada ou dificuldade de obtenção dos parâmetros locais, tem-se simplificado a USLE (Chaves, 2004a). É o caso do programa Produtor de Água da Agencia Nacional de Águas (ANA), onde a USLE é adaptada para avaliar a performance de práticas conservacionista sob a erosão. A simplificação parte da seguinte premissa: os parâmetros R,K,L,S são constantes antes e depois da execução do projeto de adequação a práticas conservacionistas (tais como, recuperação de áreas degradadas) e apenas os fatores C e P se alteram (Chaves, 2004a).

A variação de potencial erosivo reflete os sedimentos que chegam ao rio e conseqüentemente na turbidez da água que chega e estação de tratamento. Quanto maior a turbibez maior o custo de tratamento da água (Antoniazzi & Shirota, 2007).

Tendo em vista os aspectos apresentados a presente proposta metodologia avalia as alterações conseqüentes no gasto com sulfato de alumínio numa estação de tratamento a partir da diferença de cobertura vegetal a montante.Comparando um cenário com AP e cobertura vegetal bem preservada(I) e outro sem AP (II), onde as propriedades rurais tem o uso apenas limitas pelo código florestal brasileiro - Lei 4.711 de 1965,.Sendo a diferença do gasto do cenário II para o I parte do valor do serviço ambiental prestado pela AP referente ao abatimento de erosão.

A metodológica proposta foi aplicada na Bacia do Córrego da Barriguda, em Pirenópolis, no estado de Goiás em meio as Savanas Centrais Brasileiras (Bioma Cerrado). Lá ha duas AP que protegem o manancial que abastece a cidade. Portanto esse local se enquadrar na situação apresentada no art. 47 do SNAP conforme a figura 1.

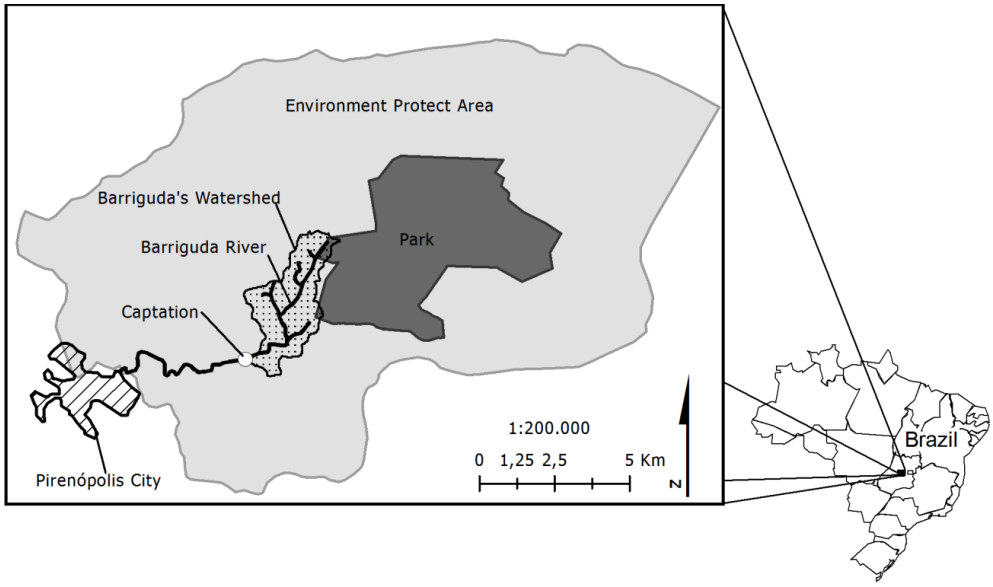

Figura 1 - APs da Serra dos Pirineus, Córrego da Barriguda e Cidade de Pirenópolis (Salmona & Reis 2010).

Pirenópolis é uma cidade com cerca de 20.460 habitantes (IBGE,2007), da 130Km da capital,Brasília .A Bacia da Barriguda é o principal manancial de abastecimento de água potável da cidade. Cerca de 70% da água consumida na cidade advêm da captação ali instalada. Apesar da importância do manancial, não há uma gestão adequada.

Como visto no mapa, quase a totalidade da bacia esta dentro da APA dos Pirineus, um tipo de AP que permite a presença de moradores, em quanto que apenas a nascente do Córrego da Barriguda esta dentro do Parque, que

tem restrições de uso bem mais rígida.Como um todo a bacia esta bem preservada se comparada com as imediações.

Tanto é que as pequenas fazendas da bacia provocaram até 2007 o desmatamento de 70.70 ha (10.61%) da bacia. Mas apesar de ser uma pequena porção, o manejo inadequado do solo arenoso e raso somado (solos podzolicos e neosolos) à alta declividade da bacia potencializam o processo erosivo que carreia sedimentos para o rio que abastece a cidade.

Análise

Através de imagens de satélite dos últimos 5 (cinco) anos observa-se que não houve mudanças relevantes no uso do solo o que é confirmado pelos relatos dos moradores da região.Sabendo que o uso do solo se manteve sem alterações relevantes entre os anos analisados, foi selecionado o ano de 2007 (meio da amostra) para se calcular o potencial erosivo (CP) equivalente ao período. Para conferir maior precisão ao cálculo foi usada uma imagem de alta resolução (satélite 4 SPOT, resolução espacial de 2.5m, espectral 0.48 a 0.89μm) através da técnica de classificação não supervisionada no programa ERDAS 9.3.

Foram atribuídos às classes os valores de CP, conforme Stein et al (1987). Resultando na seguinte mapa e tabela.

Categoria	CP	Área	Hectares	CP x Área	CP x Ha
Campo Cerrado	0,01	2241171,49	224,12	22411,71	2,24
Cerrado	0,00007	2142545,12	214,25	149,98	0,01
Cobertura parcial	0,25	204676,68	20,47	51169,17	5,12
Cobertura rasteira	0,01	74756,79	7,48	747,57	0,07
Edificação	0,0	35920,92	3,59	0,00	0,00
Floresta	0,00004	1741866,01	174,19	69,67	0,01
Pastagem	0,1	541877,33	54,19	54187,73	5,42
Cob.residual	0,1	246451,14	24,65	24645,11	2,46
	Total		723	153380,95	**15,34**

Figura 2Potencial erosivo do cenário I (Salmona & Reis, 2010).

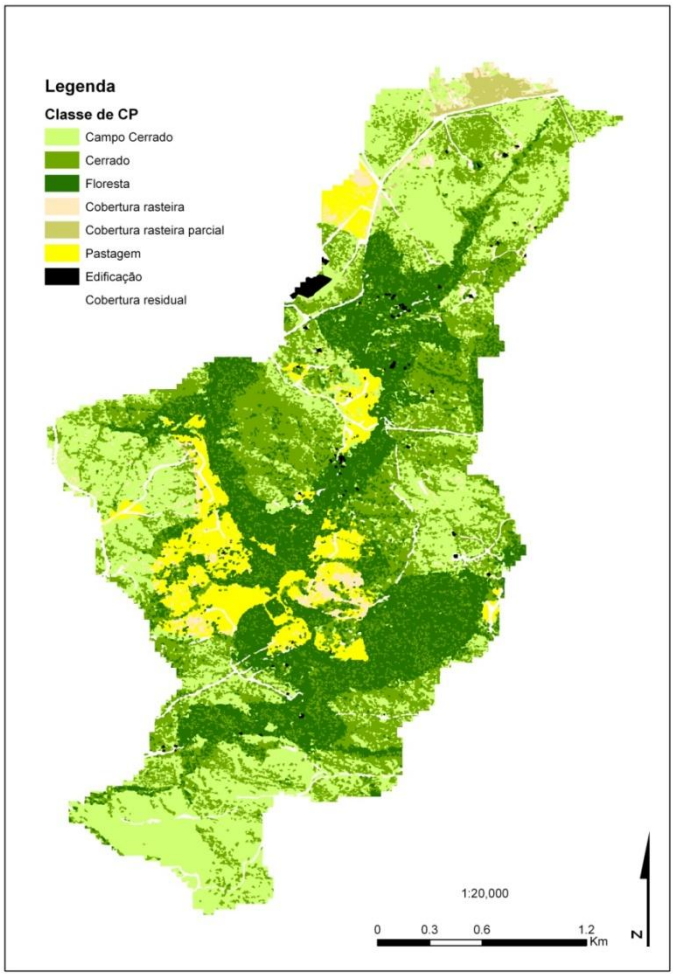

Figura 3 – Potencial erosivo cenário I

A partir do mapa de uso e cobertura do solo de 2007(cenário atual com a UC) foi gerado o mapa do cenário onde as propriedades rurais usam o solo limitando-se apenas pelo código florestal brasileiro (APP e RL).

Esse mapa foi elaborado no sistema de informações geografias Arcgis 9.1. Após visitas in loco, observou-se que na área existem APPs de beira de rio, nascentes e de declividade. Como os rios do manancial não ultrapassam 10m de largura, suas APPs abrangem 30m (Lei n°4.771 de 1965). Para apresentar essas APPs, foram gerados *buffers* com as respectivas larguras a essas feições no SIG.

Para identificar as áreas com declividade maior que 45°, foi gerado um mapa de declividade através da ferramenta *slope,* com base nos dados de TOPODATA (resolução espacial de 30m).

Para gerar a área de Reserva Legal, seguindo o código florestal, foi calculada a área da bacia usando o *calculate area, Xtools Box*. Desse valor foi calculado 20% da área da bacia, que é o valor exigido por lei. Essa área de RL foi alocada adjacente às APPs, (também pela ferramenta *buffer*), conforme o código florestal sugere.

O resultado é a tabela e o mapa abaixo.

Tabela 1 - Potencial erosivo do cenário II (Salmona & Reis, 2010).

Categoria	CP	Área	Hectares	CP x Área	CP x Ha
Pastagem	0,100	5641840,33	564,18	564184,03	56,42
Cobertura parcial	0,100	246451,14	24,65	24645,11	2,46
Floresta	0,00004	794999,64	79,50	31,80	0,00
Cerrado	0,00007	309468,62	30,95	21,66	0,00
Campo Cerrado	0,010	219880,18	21,99	2198,80	0,22
Cobertura rasteira	0,010	702,07	0,07	7,02	0,00
Cob. residual	0,250	11343,41	1,13	2835,85	0,28
Edificação	0,000	3611,71	0,36	0,00	0,00
Total			723	593924,28	**59,39**

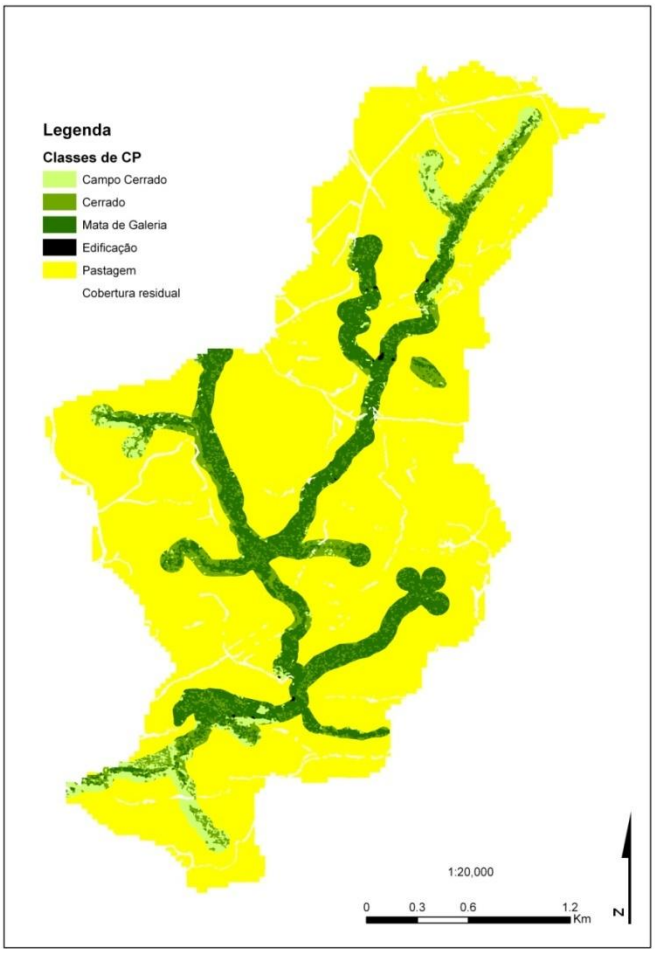

Figura 4 -Potencial erosivo cenário II

Para identificar a diferença nos gastos no tratamento da água com sulfato de alumínio de um cenário para o outro, é necessário conhecer o comportamento da pluviosidade e da turbidez num período sem mudanças relevantes de uso do solo, como é o caso do cenário apresentado acima (2005 a 2009). Isso possibilita compreender quando e quanto de turbidez foi ocasionada por esse cenário de uso do solo (CP) e condição pluviométrica.

As condições pluviométricas se mantendo constantes, as alterações na turbidez passam a ser conseqüência das mudanças de uso do solo (Wischmeier e Smith 1965 e 1978). Portanto, ao variar o potencial erosivo (CP) é esperado que a turbidez se altere proporcionalmente. Com isso é possível inserir o potencial erosivo do cenário das propriedades rurais (II) como indicador da proporcionalidade da mudança da turbidez.

A turbidez representa a propriedade ótica que mede como a água dispersa a luz. Esta dispersão aumenta com a quantidade de material particulado em suspensão; logo a turbidez aumenta com a carga de sedimento suspenso (Senhorelo, 2000 apud Teixeira & Senhorelo 2004).

Sendo a turbidez o parâmetro utilizado pela Empresa de saneamento do local (Sanego) para o calculo de dosagem de sulfato de alumínio, sua medição é feita de hora em hora com um Turbidímetro eletrônico na estação conforme Informativo Interno da Saneago. Esses dados são armazenados manualmente numa ficha-controle diária de operação de ETA (estação de tratamento).

Para conhecer dados de turbidez e pluviosidade dos últimos 5 anos assim como verificar se há mudança significativa entre os anos foram executados os seguintes procedimentos:

Foram coletados registros diários das 15h dos últimos cinco anos. Esse horário de coleta foi selecionado aleatoriamente, tendo em vista a necessidade de apenas um registro diário para extrapolações mensais.

A partir dos dados diários foram calculadas as médias mensais e a partir delas elaborado um teste-t, para averiguar o nível de significância entre essas medidas e a média delas. A hipótese (H_0) colocada a prova é: não há alterações significativas α 0,05 (5%) entre os anos e a média dos anos. Conforme observado abaixo H_0 foi aceito e H_1 (há uma variação significativa entre os anos) rejeitado.

Media da turbidez dos anos						
	2009	2008	2007	2006	2005	media
jan	8. 43	7. 01	14. 40	4. 46	6. 99	8. 26
fev	10. 58	11. 45	8. 08	4. 27	6. 78	8. 23
mar	4. 28	9. 66	3. 76	9. 08	5. 84	6. 52
abr	7. 47	3. 72	6. 44	4. 63	3. 09	5. 07
mai	7. 058	2. 59	1. 93	2. 08	2. 06	3. 14
jun	1. 63	4. 06	1. 76	1. 52	1. 66	2. 12
jul	1. 47	2. 60	1. 48	1. 33	2. 71	1. 92
ago	2. 64	1. 38	1. 26	1. 19	1. 68	1. 63
set	5. 67	3. 76	1. 03	1. 28	2. 01	2. 75
out	2. 4	2. 13	1. 43	5. 51	4. 10	3. 11
nov	6. 15	3. 66	12. 41	7. 17	12. 09	8. 29
dez	10. 07	8. 14	10. 38	9. 34	7. 24	9. 03

Tabela 2 - Media da turbidez de 2005 a 2009 (Salmona & Reis 2010).

Nível de significância α						
Ano	2005	2006	2007	2008	2009	media
2005	_	0. 77	0. 69	0. 80	0. 46	0. 79
2006	0. 77	_	0. 53	0. 59	0. 30	0. 57
2007	0. 69	0. 53	_	0. 83	0. 86	0. 82
2008	0. 80	0. 59	0. 83	_	0. 63	0. 99
2009	0. 46	0. 30	0. 86	0. 63	_	0. 60

Tabela 3 - Nível de significância da turbidez (Salmona & Reis 2010).

Esse teste também é útil para afirmar que nessa amostra de cinco anos não houve nenhuma alteração significativa entre os anos e que a media da turbidez mensal desse anos pode ser usada como ano médio/esperado por ter aderência aos demais. O teste-t foi repetido para os dados mensais de pluviosidade do mesmo período, com a mesma finalidade

	Nível significância α					
Ano	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**media**
2005	_	0. 76565	0. 77592	0. 71641	0. 98991	0. 84407
2006	0. 76565	_	0. 98573	0. 92767	0. 7266	0. 91068
2007	0. 77592	0. 98573	_	0. 94991	0. 74932	0. 90798
2008	0. 71641	0. 92767	0. 94991	_	0. 67356	0. 84589
2009	0. 98991	0. 7266	0. 74932	0. 67356	_	0. 82322

Tabela 4 - Nível de significância da pluviosidade (Salmona & Reis 2010).

Da mesma forma que a turbidez, o teste – t confirmou H0, para os dados de pluviosidade. Portanto não houve alterações significativas α 0,05 (>5%) entre os anos e a média dos anos(H1). Então, nos dois casos, os anos médios podem ser analisados como eventos estaticamente esperados.

Ao chegar à estação de tratamento, a água que passou pelo solo do manancial não chega potável. Para que se enquadre dentro das condições adequadas ao consumo humano, são necessários diversos processos que envolvem adição de diferentes produtos. Esses processos e produtos variam de acordo com a estação tratamento. No caso da estação da Barriguda, segundo o técnico em saneamento, Bastos (2010), é utilizado:o sulfato de alumínio – Al2(SO4)3 – para coagulação, Cal para corrigir o ph, Cloro para eliminar patógenos e Flúor para previnir cárie .

O presente estudo calcula apenas os gastos com o sulfato de alumínio, apesar da dosagem de Cal sofrer influência indireta do manejo à montante, já que ao adicionar sulfato de alumínio na água o ph diminui, incorrendo na adição de Cal.

Segundo Informativo Interno da SANEAGO (IT07. 0152), na estação em questão a relação da turbidez com a dosagem de sulfato de alumínio é regida segundo gráfico abaixo.

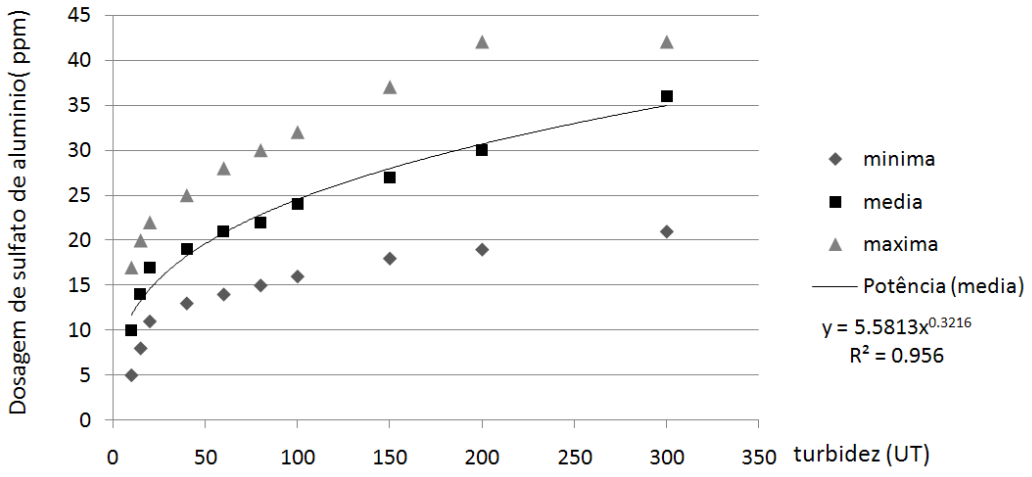

Figura 1- Regressão da dosagem usa em Pirenópolis (Salmona & Reis 2010).

Essa dosagem é inserida na seguinte formula:

$$Q_s = \frac{V \times D}{c \times t}$$

Qs = Vazão de Sulfato de alumínio (mg/l)

V =Vazão (l/s) de água na calha parshall (l/s)

D=Dosagem de sulfato de alumínio (ppm)

c=Concentração de sulfato de alumínio (g/l)

t= Tempo de medição (10 seg.)

Para essa estação, a Vazão (V) é de 53,8 l/s conforme verificado in loco com os técnicos da estação Bastita e Bastos (2010). Para o cômputo da dosagem de sulfato de alumínio, foi aplicada a equação de regressão potencial $y=5.5813x^{0.3216}$ que descreve a curva do gráfico da dosagem (y) pela turbidez (x), obtido a partir do programa Excel. O dados de turbidez foram as anotações diárias das 15h das fichas de controle de operação da ETA,esse registro serviu como índice representante do dia, pela dificuldade de se coletar todos os 24 registros diários dos últimos 5 anos.

Segundo os referidos técnicos e as fichas de anotação da SANEAGO, a concentração (C) usual utilizada na estação é de 9 g/l e o tempo de medição para a dosagem (t), é de 10 segundos.

Aplicando essa fórmula a uma planilha do programa Excel foi possível conhecer a vazão diária estimada de sulfato de alumínio e a quantidade diária do produto em quilos. Através de tomada de preço com o fornecedor de sulfato de alumínio da SANEAGO, chegou-se ao valor de R$ 600,00 a tonelada do

produto. O que resultou nas seguintes fórmulas que possibilitaram conhecer o gasto estimado com o sulfato de alumínio da ETA.

$$\mathbf{Qs_{10}} = \left(\frac{\mathbf{V} \times (\mathbf{5.5813} \times \mathbf{Te^{0.3216}})}{\mathbf{c}}\right) \times \mathbf{10}$$

Qs10= Vazão de sulfato de alumínio (ml/ 10 segundos)

V = Vazão na calha parshall

Te = Turbidez estimada

C= concentração (g/l)

$$\mathbf{Qs_{dia}} = \frac{(\mathbf{Qs_{10}} \times \mathbf{8640})}{\mathbf{1000}}$$

Qsdia = Vazão de sulfato de alumínio por dia

8640(s) = Total de segundo do dia/10

1000(l) = passar de mililitros para litros

$$\mathbf{kg_{dia}} = \frac{\mathbf{Q_{dia}} \times (\mathbf{c} \times \mathbf{t})}{\mathbf{1000}}$$

Kgdia = Quilogramas de sulfato de alumínio por dia

C= concentração

T = tempo de medição

1000 = passar de gramas para Quilos

$$\mathbf{R\$_{dia}} = \frac{\mathbf{kg_{dia}} \times \mathbf{Vt}}{\mathbf{1000}}$$

R$dia = Valor em reais do gasto diário com sulfato de alumínio

Vt= valor da tonelada de sulfato de alumínio

1000 = passar de tonelada para Quilo

$$\mathbf{R\$_{ano}} = \sum_{1}^{365} \mathbf{R\$_{dia}}$$

R$ano = Gasto anual com sulfato de alumínio

Ou encadeando as equações:

$$\mathbf{R\$_{ano}} = \sum_{1}^{365} \frac{\left\{\left[\frac{\left(\mathbf{Qs_{10}} = \left(\frac{\mathbf{V} \times (\mathbf{5.5813} \times \mathbf{Te^{0.3216}})}{\mathbf{c}}\right) \times \mathbf{10}\right) \times \mathbf{8640}}{\mathbf{1000}}\right] \times \frac{\mathbf{c} \times \mathbf{t}}{\mathbf{1000}}\right\} \times \mathbf{Vt}}{\mathbf{1000}}$$

Essa equação possibilitou os seguintes valores abaixo, que demonstram a variação da dosagem de sulfato de alumínio para diferentes níveis de turbidez.

Te	D	Q10	Qsdia	Kgdia	R$dia
1	5. 5	33. 3	288. 2	25. 9	15. 5
5	9. 3	55. 9	483. 7	43. 5	26. 1
10	11. 7	69. 9	604. 4	54. 4	32. 6
20	14. 6	87. 4	755. 4	67. 9	40. 7
50	19. 6	117. 4	1014. 3	91. 2	54. 7
100	24. 5	146. 7	1267. 6	114. 0	68. 4

Tabela 6 - Gastos anuais (Salmona & Reis 2010).

ano	2005	2006	2007	2008	2009
R$ano	8447	8161	8430	8429	8682
media		8430			

Tabela 5 - Valores em função da Turbidez estimada (Salmona & Reis 2010).

Portanto o gasto médio anual da estação de tratamento da Barriguda com sulfato de alumínio é de R$ 8430,20.

O valor do serviço ambiental prestado pelas Unidades de Conservação é a diferença monetária do gasto no ano de 2007 – Cenário de proteção alem das RL e APP (cenário I) – e o que seria gasto se a cobertura do solo do manancial fosse usada até os limites do Código Florestal (cenário II).

Para saber a turbidez esperada e gasto estimado do cenário II verifica-se a diferença dos valores de CP de um cenário para o outro. Essa diferença indica a proporcionalidade da mudança dos valores projetados para a média da turbidez que serve de base para os gastos com sulfato de alumínio.

No cenário protegido, o potencial erosivo (CP x ha) do manancial é de 15,34 o que resultou no gasto de R$8.430,20 ao ano, enquanto que no cenário II, CP x ha é de 59,39, ou seja 387,15 % maior que o primeiro cenário. Um potencial erosivo 387,15 % maior indica mais sedimentos chegando ao rio e alteração da turbidez na mesma proporção o que leva ao aumento nos gastos com o sulfato de alumínio. Esse aumento se dá conforme a curva de Hazen (1904) adaptada para o caso da estação da Barriguda, Pirenópolis.

Portanto, para calcular os valores de Qs10, Qs/dia, Kg/dia, R$/dia e R$/ano do cenario II, se repetiu o procedimento de cálculo do primeiro cenário, mas agora com os valores de turbidez estimada (Te) iguais a 387,15% maiores que o ano de 2007.

meses	Precipitação	turbidez (UT)	
	pluviométrica (mm)	cenário I	cenário II
jan	308,3	8,3	14,0
fev	353,5	8,2	14,0
mar	235,9	6,5	11,1
abr	205,9	5,1	8,6
maio	16,0	3,1	5,3
jun	3,4	2,1	3,6
jul	0,0	1,9	3,3
ago	11,6	1,6	2,8
set	54,4	2,8	4,7
out	119,4	3,1	5,3
nov	252,5	8,3	14,1
dez	373,8	9,0	15,4

Figura 2 –Comparativo de turbidez estimada entre cenários (Salmona & Reis 2010).

Esse aumento de 387,15% da turbidez eleva o custo anual com sulfato de alumínio para R$ 14.185,16, sendo o valor do serviço ambiental, a diferença dos gastos dos cenários:

$$Y_{ambiental} = R\$_{ano}A - R\$_{ano}B$$

ou

R$ 14. 185,16– 8. 430,20 = 5,754. 96

Y ambiental = Valor do Serviço ambiental

R$ano A = cenário I - de proteção adicional

R$ano B = cenário II - limitado pelo Código Florestal

Cenários	CP	$	%
Cenário I	15. 34	8,430. 20	100
Cenário II	59. 39	14. 185,16	387. 15
Serviço Ambiental	44. 05	5,237. 39	62,12%

Tabela 7 - Comparação entre os dois cenários (Salmona & Reis 2010).

Portanto o valor do serviço ambiental –abatimento de erosão – prestado pela APA e Parque dos Pireneus é de R$ 5.754,96/ano.

Portanto segundo a abordagem apresentada, o SA em questão equivale a 62,12% do custo anual da ETA da Barriguda.

Conclusão

Buscar meios de se valorizar SAs é parte fundamental para implementação de mecanismos de PSA.E esses mecanismos são um meio considerável para a preservação de SEs.

Os Sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais são uma alternativa de viabilizar economicamente a gestão das AP e de mobilizar a comunidade local sobre a importância da manutenção de práticas conservacionistas presentes nessas áreas.

É desejável que o processo de elaboração de uma metodologia de valorização de SA como apresentado envolva pesquisadores de diversas áreas, tendo em vista a diversidade dos conhecimentos envolvidos no trabalho.

Conforme apresentado nesse estudo é amplamente viável usar SIG para desenvolver modelos de cenários de cobertura vegetal e seus respectivos potenciais erosivos, o que permite a replicação desse estudo em outras áreas.

Também é importância conhecer *in* loco especificidades de cada caso, assim como os agentes envolvidos. Isso é salutar para o desenvolvimento de pesquisas vinculadas com a realidade.

Os dados de turbidez e de outros parâmetros, coletados nas estações de tratamento são de grande valia para pesquisas como essa e devem ser armazenados sistematicamente e seu acesso deve ser facilitado.

A dosagem do coagulante em relação à turbidez varia de estação para estação, essa mudança deve ser levada em consideração e os processos envolvidos devem ser conferidos com especialistas (técnicos das ETAs em questão).

Caso fosse aplicado um mecanismo de PSA segundo os cálculos aqui propostos, ficam as seguintes sugestões:

- O mecanismo deve envolver a empresa de abastecimento, prefeitura local, provedores do serviço tanto as UCs como seus possíveis moradores, instituições não governamentais e a população beneficiada.

- Em áreas de APA, a verba do PSA pode fomentar a criação de RPPNs, assim garantindo que remanescentes florestais não sejam derrubados,
- Ainda em APAs, a verba do PSA pode subsidiar formas de geração de renda que envolva baixo impacto, tais como a instalação de viveiros, que podem cooperar para a recuperação de áreas degradas da própria área inserida como provedora do SA.
- Divulgar a importância da UC como provedora do serviço em questão

Esses são alguns dos aspectos que podem ser abordados na implementação de um mecanismo de PSA com base no artigo 47 do SNUC.

Apesar deste estudo apresentar uma abordagem que pode ser aperfeiçoada fica evidente que sua aplicação é viável para valorar esse tipo de serviço.

Porem é de extrema importância esclarecer que o serviço ambiental Abatimento de Erosão abordado nesse estudo é apenas um em um universo amplo de serviços que são prestados nesse caso e não foram computados, tais como: seqüestro de carbono, ciclagem de nutrientes, estabilidade do solo (quanto a deslocamentos de massa), manutenção de habitat e conseqüentemente biodiversidade, manutenção do equilíbrio ecológico, prevenção de enchentes, estética (ambiência), preservação de recurso farmacológicos e cosméticos, ambiente propicio ao ecoturismo, quantidade de água, estabilidade da vazão, área para recreação, suporte a manutenção da cultura entre inúmeros outros.

É importante observar também que foi calculado apenas um serviço ambiental referente a apenas um aspecto que é a diminuição nos gastos na estação de tratamento (quanto ao Sulfato de Alumínio), sendo que o abatimento de erosão tem efeitos em vários outros aspectos, tais como; perda de solo fértil, perda de biodiversidade, transporte de agrotóxicos, desequilíbrio do ecossistema aquático, assoreamentos do corpo d'água, entre outros.

Bibliografía Citada

AGETOP.**Zoneamento ecológico econômico da Região Integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno**.Fase I,Rio de Janeiro,2005

ANTONIAZZI, L. B; SHIROTA R. **Pagamento por Serviços Ambientais da agricultura para Proteção de Bacias Hidrográficas.** In: CONGRESSO DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRACAO E SOCIOLOGIA RURAL, XIV, Londrina: 2007,p. 19.

CALIARE, et al.**Influencia de parâmetros físicos na dosagem de sulfato de alumínio para clarificação da água e proposição de modelos de estimativa**.In:Congresso Brasileiro de Química:Química na proteção ao Meio Ambiente e a Saúde.48°,2008,Rio de Janeiro.

CHAVES, H. M. L.; BRAGA B.; DOMINGUES A.F.; SANTOS D.G. **Quantificação dos Benefícios e compensações do "Programa do Produtor de água" (ANA): I Teoria**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 9, n. 3. p. 5-14, 2004.

CHAVES, H. M. L.;BRAGA B.;DOMINGUES A.F. &SANTOS D.G. **Quantificação dos Benefícios e compensações do "Programa do Produtor de água" (ANA): II Aplicação**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 9, n. 3. p. 15-21, 2004.

FAURES, J. M. **Relaciones Tierra-Agua En Cuencas Hidrográficas Implicaciones para Sistemas de Pago por Servicios Ambientales**: CONGRESO LATINOAMERICANO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, III, 2003, Arequipa,Peru. p. 9.

FEAFELIZOLA FILHO, J. A. **Lista de espécies ameaçadas de extinção da fauna do estadão de Goiás**.2006.

GELUDA, L. & YOUNG, C. E. F. **Pagamento por serviços ecossistêmicos previstos na lei do SNUC- teoria, potencialidades e relevância**. SIMPOSIO

LEME, F. P. P. **Teoria e técnicas de tratamento de água**. 2 ed,Rio de Janeiro,Ed. ABES, 1980.

MATA, C. L.**Analise multitemporal da susceptibilidade erosiva na bacia do Rio Urucuia (MG) por meio da Equação Universal de Perda de Solos**.Brasília, DF, 2009, 71p.(Dissertação de Mestrado).Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de Brasília.

MATTOS, L.;HERCOWITZ M.**Doc ISA 10 - É pagando que se preserva? Subsídios para políticas de compensação por serviços ambientais** São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009

PORRAS, I. T. **Valorando los Servicios Ambientales de Protección de Cuencas: consideraciones metodologicas**.In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE PROTECCIÓN DE CUENCAS, III, Arequipa, 2003, p. 15.

REIS, L. V. S. **Cobertura florestal e custo de tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento publico: caso do manancial do município de Piracicaba**. Piracicaba, São Paulo, 2004, 215p. (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,

SWALLOW, B, et al. **The Conditions for Effective Mechanisms of Compensation and Rewards for Environmental Services**: CES Scoping Study, Issue p.3. Nairobi, Kenya: ICRAF Working Paper n. 38. World Agroforestry Centre, 2007.

TAVARES, V. E. Q et al. **Valoração monetária de bens e serviços ambientais :revisão do estado da arte sob a ótica da gestão das águas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos** RBRH,v. 6,n. 3,1999,p. 97-116.

TANSLEY, A. G. **The use and abuse of vegetational concept and terms.** Ecology, n.16, 284-307, 1935.

TEIXEIRA, C.T & SENHORELO A.P. **Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada**.Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, XXVII,2004.

TOGNETTI, S. et al. **Evaluación de la efectividad de pagos para servicios ambientales en las cuencas hidrográficas**. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS,III, Arequipa, Perú, 2003,p. 11.

WISCHMEIER, W.H & SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning**. U. S. Departament of Agriculture, Washington, D.C. 58p, 1978.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – **Ecosystems and Human Well-Being: Wetland and Water Synthesis**, 2005, Washington, DC.

WUNDER, S. **The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation.** Conservation Biology, Volume 21, 2007.N.1, 48-58.

WWF & IUCN.**The importance of forest protected areas to drinking water.**(Research report), 2004.http://worldwildife.org/.acessado em novembro de 2009.