

VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS EM UNIDADE DE PROTEÇÃO INTEGRAL – ESTUDO DE CASO DO MONUMENTO NATURAL DA MÃE D'ÁGUA, SERRA DA MOEDA, BRUMADINHO/ MG: ENFOQUE RECURSOS HÍDRICOS.

Anderson Silva de Aguiar¹; Joel Dias da Silva².

RESUMO

Dotar os recursos naturais de valor econômico é uma ferramenta para o poder público para adoção de propostas públicas de preservação e perpetuidade dos recursos naturais, principalmente a produção de água para o abastecimento público. Desta forma, este trabalho apresenta a valoração econômica ambiental, através do método do Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, cálculo da vazão total e cálculo do valor de Perda de Bens Ambientais – VPBA; precificando a produção de água e as funções ecossistêmicas realizadas pela Unidade de Proteção Integral. Os resultados obtidos apontam valores de 7,2 Bilhões de reais pela preservação da Unidade, produção total de água em 18 milhões de m³/ano e propõem políticas públicas para assegurar a conservação ambiental. Este trabalho não esgota o assunto, alias, cria novas perspectivas para valorações econômicas ambientais futuras.

Abstract

Provide natural resources of economic value is a tool for the government to adopt public proposals for the preservation and perpetuity of natural resources, mainly the production of water for public supply. Thus, this work presents environmental economic valuation, through the Economic Value of Environmental Action method - VERA, calculating the total flow and calculating the amount of loss Environmental Goods - VPBA; pricing water production and ecosystem functions performed by Integral Protection Unit. Results indicate values of 7.2 Billion Reais for the preservation of unity, total water production at 18 million m³/year and propose policies to ensure environmental conservation. This work is not exhaustive, alias creates new prospects for future environmental economic evaluations.

PALAVRAS-CHAVE: Recurso Hídrico, Unidade de Conservação, Valoração Econômica Ambiental.

¹ Autor: Geógrafo e Analista Ambiental pelo UNI-BH, Especialista em Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos, pelo CEFETMINAS e Mestre em Engenharia Ambiental com Ênfase em Gestão pela UFSC. Servidor Efetivo da Secretaria de Meio Ambiente de Betim/MG. Professor Titular de Geologia e Climatologia da Graduação em Engenharia Ambiental da Faculdade Pitágoras em Betim. Perito Ambiental. Endereço: Alameda das Orquídeas, n.º 101, - Retiro do Chalé - Brumadinho - MG - CEP: 35.464 - 000 Brasil - Tel: + 55 (31) 3575-5251 ou + 55 (31) 9952-4233 - e-mail: andersonaguilar2@gmail.com.

² Co-Autor: Engenheiro Sanitarista. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design da FURB. Professor HV-01 do SENAI Blumenau.

INTRODUÇÃO

Valorar economicamente um bem ambiental é estimar o valor monetário em relação a outros bens e serviços disponíveis na economia (MOTTA, 1997). Assim é uma oportunidade de dotar os recursos naturais de valor econômico, o que torna capaz de refletir a verdadeira importância do bem natural. Para Nogueira et. al. (2000), a valoração econômica ambiental auxilia na avaliação de custo benefício, considerando a irreversibilidade e a incerteza de singularidade e é de auxílio indispensável para a formulação de políticas públicas. Segundo Moraes (2009): “Num mundo em que o dinheiro parece ditar a maioria das regras, a valoração dos serviços que o ecossistema Pantanal presta ao homem é uma ferramenta valiosa para a conservação deste bioma” (p.8). É identificando os serviços prestados por ecossistemas que se pode garantir a preservação ambiental, auxiliada pela valoração econômica.

São muitos os esforços, tanto do poder público, quanto das universidades e sociedade civil organizada que visam à preservação dos recursos ambientais. Contudo, para que resultados sejam efetivamente perceptíveis, medidas mais ostensivas de preservação necessitam ser implementadas, principalmente pelo poder público, ao estabelecer espaços territoriais especialmente protegidos (Unidades de Proteção Integral) e definição de políticas públicas voltadas ao incentivo à sociedade na proteção dos recursos naturais, tais como as modalidades de pagamentos por serviços ambientais.

A criação da Unidade de Proteção Integral Monumento Natural da Mãe D água afasta, em princípio, a possibilidade de degradação das nascentes localizadas na Serra da Moeda, especialmente ameaçadas pela expansão da atividade mineradora na região (minério de ferro), que, dentre outros danos ambientais, provoca o rebaixamento do lençol freático e compromete o abastecimento de água na região, que supostamente dispensa tratamento. Isso porque, na medida em que a cava da mina aumenta em profundidade e altera o nível de água (NA) do lençol, a água que escorre para a nascente passa a escorrer para o fundo da cava. Durante a operação da mina, a água que alimentava a nascente tem que ser bombeada para manter o fundo da cava seco, o que proporcionaria o abastecimento artificial e provisório das comunidades próximas, com a desvantagem de ser uma água barrenta que necessita de um processo de filtragem e tratamento. Na medida em que a cava é aprofundada, a nascente iria diminuindo sua vazão até secar. Com o esgotamento da jazida, a nascente, esgotada, demoraria um número de anos indeterminado para voltar a produzir água em menor volume.

Diante dessa perspectiva, o presente trabalho simulou a valoração econômica ambiental sobre uma Unidade de Proteção Integral, recentemente criada e fruto de uma intensa mobilização social no Estado de Minas Gerais: trata-se do Monumento Natural da Mãe D água, localizada a

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

aproximadamente 40 quilômetros de Belo Horizonte, na cordilheira conhecida por Serra da Moeda, Município de Brumadinho/MG.

Tal Unidade foi criada de forma incipiente pelo Decreto Municipal n.º 087/2012, mas posteriormente ampliado para 500 hectares pelo Decreto Municipal 059/2013, proporcionando a proteção integral de aproximadamente 31 nascentes³ utilizadas para o abastecimento humano, dessedentação de animais e irrigação, uma vez que não há distribuição e tratamento de água por concessionária na região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é resultado de uma pesquisa quantitativa da produção de água pela infiltração e surgência que é captada na área do Monumento e distribuído para as comunidades do local, todavia, é qualitativo, pois o tempo de infiltração da precipitação até a surgência, filtra a água tendo a mesma, supostamente, boa qualidade para consumo direto ou tratamento primário e por fim considera aspectos econômicos para gestão e preservação.

Para isso, foi adotado o recurso hídrico como um produto de consumo direto, utilizado para abastecimento humano, onde a fábrica é a Unidade de Conservação de Uso Integral Monumento Natural da Mãe D água, Serra da Moeda, Brumadinho/MG, e o mercado consumidor é a população que mora ao pé da serra com cerca de 12.000 pessoas. Este mercado é composto por pessoas que fazem uso da água para consumo direto, sem tratamento, compreendendo os usos domésticos como alimentação, higiene, dessedentação de animais (estimação) e em alguns domicílios pequenas hortas e jardins.

Os insumos necessários a produção de água, são as áreas de infiltração (bacias de captação) que correspondem à área do Monumento (500 ha). Ocorre que para a produção de água é necessárias a produção de outros produtos que são de utilização indireta, chamados de funções ecossistêmicas⁴ que garantem a quantidade e qualidade da água.

Assim, foi realizado levantamento de dados junto ao Poder Público, comunidades, ONG's, e bibliográfico. Foram colhidas informações sobre a constituição da Unidade, nascentes existentes na Unidade, demografia, estudos existentes sobre o local, organização do espaço no entorno e avaliações quantitativas. Foram feitas 5 visitas em campo para conhecimento da área de estudo e entorno, identificação dos aspectos naturais físicos e organização do espaço. Foi feita avaliação do

³ Planta, Levantamento de Coordenadas UTM das nascentes da Serra da Moeda, Março/2011, integra Estudo Técnico da Criação do Monumento Natural da Mãe D água e Projeto Nascentes. Disponibilizado pela Secretaria Municipal de Planejamento.

⁴ Funções Ecossistêmicas podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água (Daly; Farley apud CAIXETA e ROMERO 2009).

projeto de mineração, que consiste no rebaixamento do lençol freático e conseqüentemente esgotamento das nascentes que abastecem a região. O projeto foi disponibilizado pela ONG Abrace a Serra da Moeda e é resultado da ação judicial nº: 55410.75.2010.4.01.3800, 10ª Vara Federal de Belo Horizonte, quebrou, em 2010, o sigilo industrial do empreendimento mineiro na região.

Através da revisão da literatura, foi avaliada a disponibilidade hídrica da Unidade com base em medições de vazão de surgências e capacidade de recarga (Mourão, 2007), população atendida (Censo/IBGE, 2010) e média de consumo, preço praticado por m³ de água, regulamentado pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2012), avaliação das funções ecossistêmicas precificadas em dólar (moeda Norte America) com devida correção da cotação e definição da metodologia de cálculo adequado à valoração dos recursos naturais e para sua perpetuidade.

MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DA UNIDADE DE PROTEÇÃO INTEGRAL: MONUMENTO NATURAL DA MÃE D'ÁGUA.

Adotou-se o método de Valor Econômico do Recurso Ambiental – VERA, que prevê o somatório do Valor de Uso e o Valor de Não Uso, conforme Motta (1997) e Eletrobrás (2000).

Decompondo os valores de uso e não uso, obtêm-se o Valor de Uso Direto - VUD, Valor de Uso Indireto - VUI e Valor de Opção - VO como Valores de Uso. Quanto aos Valores de Não Uso é representado pelo Valor de Existência - VE. Segue equação

$$VERA = (VUD + VUI + VO) + VE \quad \text{Equação (1)}$$

a- Cálculo para Valor de Uso Direto – VUD

Os valores de uso direto são inerentes aos que os homens se apropriam diretamente, como extração, atividade de produção ou consumo direto.

Assim para o VUD far-se-á o cálculo do uso da água para o abastecimento domiciliar. Ou seja, uso direto do recurso natural produzido na Unidade de Conservação, relacionando os preços praticados por m³ de água, publicados pela ARSEA – MG (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerias) para tratamento e distribuição, sendo que a captação de água da unidade, em tese, seria de boa qualidade, pois trata – se de captação de surgência. Foi considerado o volume para consumo humano através da estimativa da população atendida/ano/m³, com base nos dados do Censo IBGE 2010.

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A cobrança pelo uso das águas pelas concessionárias ou pelos sistemas municipais leva em consideração as faixas de consumo em m³, assim como o tipo de uso. Desta forma são classificados em três categorias: residencial, comercial e industrial. Segue quadro com os valores das categorias de uso consumo:

Quadro 1: Tarifas para Abastecimento de Água em Minas Gerais.

Residencial		Comercial		Industrial	
0 -3 m ³	R\$ 3,33	0 -3 m ³	R\$ 7,98	0 -3 m ³	R\$ 7,95
> 3 a 6 m ³	R\$ 1,11	> 3 a 6 m ³	R\$ 2,66	> 3 a 6 m ³	R\$ 2,65
>6 a 10 m ³	R\$ 1,107	>6 a 10 m ³	R\$ 2,664	>6 a 10 m ³	R\$ 2,65
>10 a 15 m ³	R\$ 2,162	>10 a 40 m ³	R\$ 5,094	>10 a 20 m ³	R\$ 4,643
>15 a 20 m ³	R\$ 3,807	>40 a 100 m ³	R\$ 5,457	>20 a 40 m ³	R\$ 4,658
>20 a 40 m ³	R\$ 3,970	>100 m ³	R\$ 5,806	>40 a 100 m ³	R\$ 5,330
>40 m ³	R\$ 7,016	--	--	>100 a 600 m ³	R\$ 5,587
--	--	--	--	>600 m ³	R\$ 5,646

Fonte: Minas Gerais (2012).

O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto no Brasil – 2010, feito pelo Ministério das Cidades, apontou que a média de consumo foi de 159 l/hab/dia no Brasil. A partir dos dados da população de Brumadinho (zona rural) do Censo do IBGE de 2010, estimou-se que a população atendida pelas águas produzidas no Monumento é em torno de 12.000 pessoas e nas datas comemorativas pode atingir o pico de 20.000 pessoas. A média de pessoas por domicílio, baseado no Censo do IBGE de 2010, foi de 3,5 (total da população dividido pelo total de domicílios).

Desta forma, foi apresentado como proposta o modelo de equação para consumo humano, dessedentação de animais:

$$cons = (pop) \times (cons/l/hab/dia) \times pA \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

Cons. – Consumo de água em m³.

pop. – População atendida pelas nascentes.

cons./l/hab./dia – consumo em litros por habitante por dia.

pA. – Preço da água por m³, praticado pela concessionária.

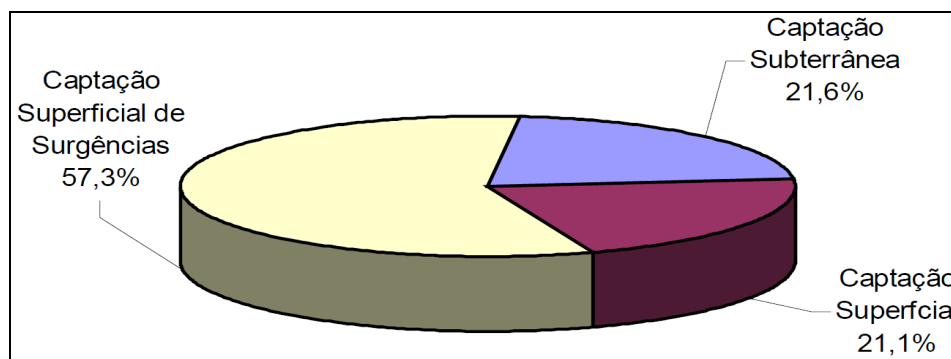
XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Além do uso abastecimento domiciliar, as águas produzidas na unidade integram córregos e abastecem atividades de agricultura com irrigação de hortaliças para subsistência e restaurantes, pecuária com criação de gado, suínos e aves, e piscicultura para pesca esportiva lazer e turismo.

Para aplicação do método de valoração foram utilizados as vazões de 4 nascentes na área da unidade de proteção (MOURÃO 2007), com dados de medição das vazões na nascente da Mãe D água, identificada como P082B; Capitão Valente, identificada como P082A; Suzana, identificada como P083A, e Clube Serra da Moeda, identificada como P084, com as respectivas vazões 172 m³/hora; 158 m³/hora; >100 m³/hora e >100 m³/hora.

Segundo Mourão (2007) são captados para o abastecimento público 5.706.415 m³/mês de água da região, deste volume, 57,3 % são provenientes de nascentes. Veja figura 04, que ilustra as formas de captação por volume captado.

Figura 01: Gráfico de volume D'água captado por forma de captação



Fonte: Minas Gerais. (2005).

Para a produção de água na unidade existem 31 nascentes segundo Diagnóstico da Prefeitura de Brumadinho (Projeto Nascentes Serra da Moeda, março 2011). Por não haver dados de vazão de água das demais nascentes, a proposta foi adotar o multiplicador 4, como variável de correção, para estimar a vazão total das nascentes não medidas e para as nascentes com valores não exatos (Suzana e Clube Serra da Moeda). Tendo para o Cálculo do Valor da vazão total, a seguinte proposta de equação:

$$Q = (P082A + P082B + P083 + P084) \times 4 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

Q – Vazão total de água da UC

P082A – Vazão da Nascente Capitão Valente

P082B – Vazão da Nascente Mãe D água

P083A – Vazão da Nascente Suzana

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

P084 – Vazão da Nascente Clube Serra da Moeda

b- Cálculo para Valores de VUI+VO+VE

Para o cálculo de VUI+VO+VE foram utilizados os serviços ambientais ecossistêmicos por hectare, adotado a proposta de Costanza (1997), Santos et. al. (2000), Oliveira et. al. (1995) e Medeiros et. al. (1995), adaptado por Peixoto et. al. (2002), representado no Quadro 2, que considera os valores de opção e existência, para multiplicar pela área total do monumento natural. Considerando que parte da vegetação da unidade é composta Mata Atlântica e por campo rupestre, e a vulnerabilidade deste último, foi adotado os valores de função ambiental de mata atlântica, conforme recomendado por Peixoto et. al. (2001), em caso de vulnerabilidade, em Unidades com Mata Atlântica, Cerrado e Transição.

Para avaliação das funções ambientais é necessário à atualização da cotação do Dólar (Moeda Norte America), assim os valores foram baseados na cotação do Dólar Comercial⁵. Desta forma, segue o Quadro 2, com os valores das funções ambientais para Mata Atlântica.

Quadro 2: Valores das Funções Ambientais em Mata Atlântica

Serviço	US\$.m ⁻² .ano ⁻¹	Referência
Regulação do Clima	0.0223	Costanza et al., 1997
Regulação de Perturbação	0.0005	Costanza et al., 1997
Regulação das Águas	0.0006	Costanza et al., 1997
Suprimento de Água	0.1610	Oliveira et al., 1995
Controle de Erosão	0.0245	Costanza et al., 1997
Formação do Solo	0.0010	Costanza et al., 1997
Reciclagem nutrientes	0.0922	Costanza et al., 1997
Tratamento de Rejeitos	0.0087	Costanza et al., 1997
Controle biológico	0.0021	Santos et al., 2000
Recreação	0.0112	Costanza et al., 1997
Cultural	0.0002	Costanza et al., 1997
Valor de Opção	0.0002	Santos et al., 2000
Valor de Existência	0.0003	Santos et al., 2000
Total	0,3248	(R\$ 0,6541 m⁻².ano⁻¹)

Fonte: IBAMA. (2002).

⁵Dólar comercial: R\$ 2,014. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/cotacoes/bolsas/bvsp-bovespa/>>. Acesso em: 24 abr.2013.

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Assim, a equação dos valores de VUI+VO+VE, é a seguinte:

$$\frac{VUI+VO+VE}{m^2 \cdot ano} = (R\$ 0,6541 m^{-2} \cdot ano^{-1} \times AMONAM) \text{Equação (4)}$$

Onde

R\$ 0,6541 m⁻².ano⁻¹ – Representa o somatório das funções ecossistêmicos em bioma de Mata Atlântica.

AMONAM – Área total do Monumento Natural

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro modelo de cálculo estabeleceu uma relação entre a estimativa de consumo de água por habitante por dia no Brasil, a média de habitantes por domicílio, com base no Censo IBGE de 2010, e então, definição de um padrão de consumo de 16 m³/domicilio / mês. Com base no padrão de consumo foi definido o preço praticado pelo concessionário de água no Estado de Minas Gerais, que é de R\$ 3, 807/m³. Para apuração da população atendida pela produção de água no Monumento foi avaliado o Censo IBGE 2010 populações rural e urbana de Brumadinho e avaliação da população no entorno da Unidade, chegando ao número aproximado de 12.000 habitantes. Pelo fato de ser a região considerada turística, estima-se que nos períodos de feriados prolongados e datas comemorativas a população atendida atinja o montante de 20.000 pessoas. Para efeito de cálculo foi trabalhado o valor de 12.000 habitantes, desconsiderando a população flutuante. Segue a substituição dos valores no modelo proposto (Equação 2).

$$C_{\text{ons.}} = (\text{pop.}) \times (\text{cons./hab./dia}) \times pA$$

Logo,

$$\text{pop.} = 12.000 \text{ habitantes atendidos}$$

$$\text{cons./hab./ dia} = 159 \text{ litros}$$

$$pA = R\$ 3,807 / m^3$$

Assim,

$$C_{\text{ons.}} = (12.000 \times 159) \times 3,807$$

$$C_{\text{ons.}} = R\$ 7.263,76/\text{dia}$$

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Fazendo a progressão para valor anual, o custo do consumo é:

$$\text{Cons.} = \text{R\$ } 2.651.270,94 / \text{ ano}$$

Assim, o valor atribuído (em Reais) ao fornecimento de água de forma gratuita a população residente no entorno do Monumento foi de dois milhões seiscentos e cinquenta e um mil, duzentos e setenta reais e noventa e quatro centavos (**R\$ 2.651.270,94**) por ano.

Considerando os dados de Mourão (2007), das medições de vazão de quatro nascentes na área do Monumento Natural Municipal da Mãe D água, atribuiu-se à média de $132\text{m}^3/\text{hora}$. Considerando, ainda, que existem 31 nascentes cadastradas na área da Unidade, segundo Prefeitura de Brumadinho, foi, assim, proposto modelo de cálculo que considera as vazões medidas e atribuindo o multiplicador 4 (quatro) como variável de correção, por não haver dados de vazão das demais nascentes (28 nascentes) e valores não exatos das nascentes de Suzana ($>100\text{ m}^3/\text{h}$) e Clube Serra da Moeda ($>100\text{ m}^3/\text{h}$).

Assim obteve-se a vazão total para comparativo do volume de uso direto para consumo humano e a quantidade de água excedente para outros usos, inclusive os usos múltiplos previstos na Lei Federal 9.433/97. Segue a substituição dos valores no modelo proposto (Equação 3)

$$Q = (P082A + P082B + P083A + P084) \times 4$$

Logo,

$$P082A = 158\text{ m}^3/\text{h}$$

$$P082B = 172\text{ m}^3/\text{h}$$

$$P083A = >100\text{ m}^3/\text{h}$$

$$P084 = >100\text{ m}^3/\text{h}$$

Assim,

$$Q = (158 + 172 + 100 + 100) \times 4$$

$$Q = 2.120\text{ m}^3/\text{h}$$

Fazendo a progressão para valor anual a vazão total é de:

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

$$Q = 18.571.200 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Assim, a vazão total de água produzida pela Unidade foi de dezoito milhões, quinhentos e setenta e um mil e duzentos metros cúbicos (**18.571.200 m³**) por ano.

Para o cálculo de VERA foi necessário definir os valores para uso indireto, opção e existência. Desta forma, foi adotado a proposta de Costanza (1997), Santos (et. al., 2000), Oliveira (et. al., 1995) e Medeiros (et. al., 1995), adaptado por Peixoto (et. al., 2002), que consideram os valores de opção e existência. Atualizado a proposta com a cotação do Dólar Comercial (Moeda Norte America) em 24/04/2013, sendo cotado a R\$ 2,014. Segue a substituição dos valores no modelo proposto para o Cálculo de VUI+VO+VE (Equação 4):

$\frac{\text{VUI+VO+VE}}{\text{m}^2 \cdot \text{Ano}}$	$= (\text{R\$ } 0,6541 \text{ m}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1} \times \text{AMONAM})$
--	--

Logo,

AMONAM= 500 hectares.

R\$ 0,6541 m⁻².ano⁻¹= valor das funções ecossistêmicas incluindo valor de Opção e Existência.

Assim,

$\frac{\text{VUI+VO+VE}}{\text{m}^2 \cdot \text{Ano}}$	$= (\text{R\$ } 0,6541 \text{ m}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1} \times \text{AMONAM})$
--	--

$$\text{VUI+VO+VE} = \text{R\$ } 3.270.500,00/\text{m}^2\text{ano}$$

Então, o valor referente aos usos indiretos, opção e existência foi de três milhões, duzentos e setenta mil e quinhentos reais (**R\$ 3.270.500,00/m²**) por ano.

Havendo sido definido os valores, próximo passo foi a substituição na formula de cálculo.

Logo,

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE}$$

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

VERA = R\$ 2.651.270,94+ R\$ 3.270.500,00

VERA = R\$ 5.921.770,94

Para qualquer análise que implique na desafetação da Unidade ou degradação que cause o esgotamento das nascentes (atributo principal para a criação) deve ser avaliado o custo da perda da oportunidade de uso. O custo da perda de oportunidade de uso do recurso natural, como os serviços ecossistêmicos e a produção de água, numa análise custo benefício social deve ser dada na mesma unidade, a monetária, desta forma valorar os recursos naturais é criar base para decisões (MOTTA, 1997).

No caso em tela foi fundamental a avaliação do custo da perda do uso e perda da oportunidade. O valor do custo de perda da oportunidade representa a perpetuidade dos recursos naturais, sendo que, para a sociedade é indiferente o recebimento deste valor ou a substituição da área preservada em outra em outro lugar (Peixoto et. al., 2001). Para o cálculo da perpetuidade aplicou-se a Taxa de Juros de Referência DI - CETIP⁶, 7,23% ao ano e tempo estimado para duração do recurso.

Para adoção da variável tempo foram avaliados quatro cenários:

- 1.º cenário foi através da análise do Plano de Aproveitamento Econômico – PAE, constante do processo n.º 830.895/89 em tramitação do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM⁷, da Empresa Ferrous Resources do Brasil que pretende se instalar na região, e suas atividades inevitavelmente rebaixarão o lençol freático esgotando as nascentes de maior vazão do Monumento. O tempo calculado para as atividades é 16 anos.

- 2.º cenário foi avaliado pelo tempo necessário para regeneração e retomada dos serviços ambientais em florestas de mata atlântica em estágio de clímax. Segundo estudo de Liebsch (2006) através de modelos matemáticos que estimou que para a regeneração de mata atlântica o tempo necessário varia de 100 a 4 mil anos, dependendo do parâmetro ecológico.

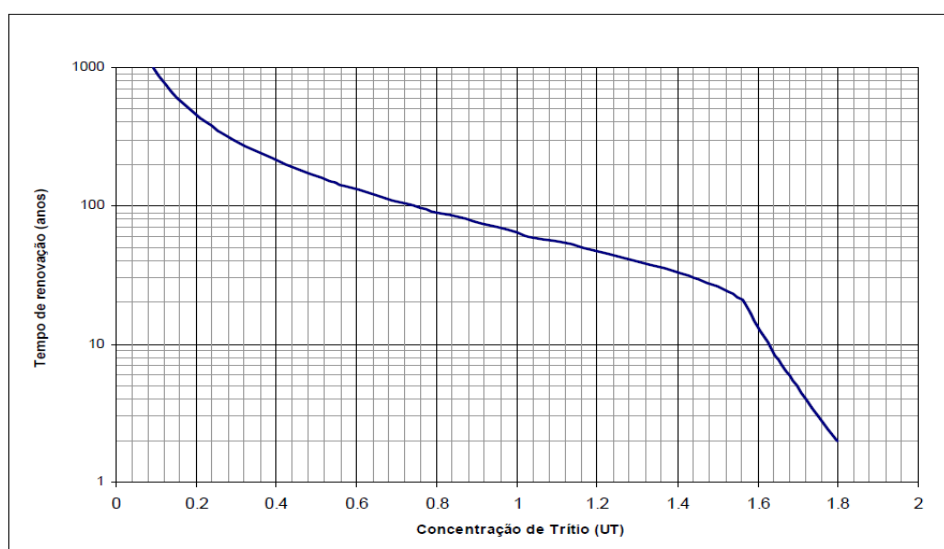
- 3.º cenário foi a avaliação da vida útil de um dos reservatórios (barragens) de água para abastecimento na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Foi escolhido o reservatório de Vargem das Flores, situado nos municípios de Betim e Contagem, inserido na APA Vargem das Flores. A escolha foi com base na inserção em unidade de conservação, representatividade no abastecimento de água da região metropolitana de Belo Horizonte em torno de 32% (MINAS GERAIS, 2012).

⁶ Essa taxa é apurada por meio de metodologia estatística definida e divulgada diariamente pela Cetip, como uma taxa de juro ao ano, com base em 252 dias úteis, representando o custo básico de captação bancária para aquele dia específico. Disponível em: <<http://br.advfn.com/bolsa-de-valores/bmf/di-futuro/entendendo-o-di-futuro>>. Acesso em 28 abr.2013.

Santos (2009), através do estudo de batimetria, estimou que a vida útil do reservatório é de mais 60 anos pelo avanço da degradação, sendo que o estudo de medição de batimetria foi realizado aos 28 anos do início da Barragem. Pelo estudo de Santos (2009), a vida útil do reservatório é de 88 anos; e

- 4.º e último cenário foi o tempo de renovação das águas subterrâneas que recarregam as nascentes da Mãe D'água, Capitão Valente e Clube Serra da Moeda, através da aplicação do método do fluxo exponencial de Trítio (Figura 2), que apontou os seguintes resultados: Mãe D'água – 100 anos, Capitão Valente – 77 anos e Clube Serra da Moeda – 220 anos, calculado a média de renovação o tempo foi de 133 anos.

Figura 02: Curva de tempo de renovação de Água Subterrânea em relação à concentração de trítio obtida com base no método do fluxo exponencial.



Fonte: Mourão (2007).

O método do fluxo exponencial apresenta resultados bastante satisfatórios para a determinação do tempo de renovação dos aquíferos (FRITZ e FONTES apud DRUMOND 2004). Este método considera que as composições químicas e isotópicas das águas são praticamente homogêneas em volume constante de água (recarga = descarga) (DRUMOND, 2004).

A fonte natural da produção de Trítio (^3H ou T) é através do bombardeamento dos gases da atmosfera por raios cósmicos, quanto as fontes artificiais são provenientes das explosões termonucleares ocorridas no planeta após o ano de 1952. O Trítio é o isótopo mais pesado Hidrogênio, tem meia vida relativamente curta em torno de 12,3 anos, assim demonstra pela sua

⁷ Dado disponibilizado pela ONG Abrace a Serra da Moeda, que, através da ação judicial n.º: 55410.75.2010.4.01.3800, 10ª Vara Federal de Belo Horizonte, quebrou, em 2010, o sigilo industrial do empreendimento mineiro na região.

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

presença nas águas infiltradas, a datação da recarga do aquífero, para águas mais antigas utiliza-se o carbono 14 (MINARD, BOMTEMPO 2000).

Assim para a variável tempo foi determinada a média aritmética com base nas médias dos valores de tempo de vida útil do reservatório (88 anos), menor tempo de regeneração da mata atlântica (100 anos), tempo de vida útil de uma mineração na região que rebaixaria o lençol freático esgotando as nascentes de maior vazão (16 anos) e tempo médio de renovação das nascentes (133 anos) chegando ao valor simplificado de 84 anos.

O Ministério Público de Defesa do Meio Ambiente do estado da Bahia apresenta a base de Cálculo do Valor de Perda de Bens e Serviços Ambientais – VPBSA, aplicado por Coelho e Araújo (2012), com a seguinte formula:

$$VPBSA = VERA \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde,

VERA = R\$ 5.921.770,94

I= 7,23 % ao ano.

n= 84 anos

Assim substituindo os valores:

$$VPBSA = R\$ 5.921.770,94 \times \frac{(1+0,0723\%)^84 - 1}{0,0723}$$

$$\boxed{VPBSA = R\$ 7.289.700.027,14}$$

Assim o Valor Econômico Ambiental da perpetuidade dos serviços ambientais de produção de água e funções ecossistêmicas da Unidade de Proteção Integral: Momento Natural da Mãe D água foi de Sete bilhões, duzentos e oitenta nove milhões, setecentos mil e vinte sete reais e quatorze centavos (**R\$ 7.289.700.027,14**).

A produção total de água foi calculada em dezoito milhões, quinhentos e setenta e um mil e duzentos metros cúbicos (**18.571.200 m³/ano**), destes, foi objeto de cálculo para consumo humano somente seiscentos e noventa e seis mil, quatrocentos e vinte metros cúbico por ano (**696.420**

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

m^3/ano), tendo como vazão excedente dezessete milhões, oitocentos e setenta e quatro mil e setecentos e oitenta metros cúbicos por ano (**17.874.780 m^3/ano**).

Observou-se que a captação para consumo humano foi irrisória em relação à vazão total, o que permite outros usos a jusante sem comprometimento dos usos múltiplos dos recursos hídricos. Segundo Mourão (2007) as nascentes da Mãe D água, Capitão Valente, Suzana e Clube Serra da Moeda são surgências do Aquífero Cauê, que através de avaliações de recarga de aquífero apresentaram taxas superiores a 38% da precipitação anual.

Desta forma o valor apresentado pode estar subestimado, em relação ao volume de água produzido pela unidade, pois a captação é irrisória, além do que, os valores das funções ecossistêmicas são pouco estudados, sendo que há trabalhos publicados que tratam de conceitos, metodologias e discussões, apenas alguns apresentam valores para se estabelecer parâmetros para a valoração econômica (DE GROOT; COSTANZA, apud PEIXOTO et. al. 2002).

As especificidades inerentes as múltiplas interações ecológicas e os benefícios que a humanidade tem ainda são pouco avaliados em valores econômicos de mercado, podendo no futuro comporem resultantes econômicas mais criteriosas para tratar da valoração econômica ambiental.

Não foi realizada nenhuma avaliação comparativa, ou ACB – Avaliação de Custo – Benefício, em relação a outros usos. Os valores econômicos ambientais para unidade de conservação devem ser atualizados a medida do aumento da captação ou publicação de índices ou métodos mais criteriosos, considerando os benefícios que a humanidade obtém pela preservação ambiental. Este trabalho foi coerente às metodologias existentes e a outros estudos no Brasil e no mundo.

A ameaça de reativação de uma frente de lavra de minério de ferro, que inevitavelmente suas atividades esgotariam parte das nascentes, foi o grande motivo para a criação da Unidade, outro, que não há abastecimento de água na região pela concessionária estadual. O sistema público de abastecimento realiza a captação na nascente da Mãe D água e distribui as comunidades. Além do que, as comunidades beneficiados pelas águas do Monumento estão a montante dos reservatórios da concessionária estadual, impossibilitando o abastecimento sem investimentos grandiosos. Estes motivos tornaram de grande importância à valoração do serviço ambiental de produção de água para adoção de políticas pública que visem à sustentabilidade hídrica da região sem custos maiores ao erário.

Outro ponto forte e á especulação imobiliária, que constitui preocupação ao poder público, pois o crescimento populacional desordenado frente à oferta de água limitada e a geração de esgoto sem o devido sistema de interceptores e de tratamento na região pode trazer danos irreversíveis ao meio ambiente. Existem sistemas de fossa-filtro- sumidouro, em maior parte nos condomínios horizontais, podendo ser questionado devido à alta taxa de permeabilidade do solo, conforme cita

Mourão (2007). Neste sentido, a criação da Unidade de Proteção Integral que prevê zona de amortecimento é uma estratégia de políticas públicas aliado ao Plano Diretor Municipal para controle das atividades no local destacando a vocação da região.

A região é ponto turístico, sendo freqüentada para esportes radicais como parapente, balonismo, *moutain bike*, motociclismo, trilheiros e esportes náuticos; a contemplação da paisagem é outro fator atrativo aos freqüentadores; restaurantes, festivais gastronômicos, datas comemorativas e manifestações de defesa a Serra da Moeda, como a sexta edição do Abrace a Serra da Moeda (2013) que reuniu segundo periódicos de comunicação cerca de 10.000 pessoas, complementam a procura. Estima-se que a população flutuante possa atingir em torno de 20.000 pessoas. Diante disso, o local reúne condições para a avaliação da Disposição a Pagar, pelo Método do Custo Viagem – MCV, que avalia o valor econômico associado à recreação pela existência de um sítio natural e Avaliação de Contingente que avalia o bem-estar dos indivíduos pela oferta de qualidade e quantidade dos recursos naturais, estes não foram objetos deste trabalho e contribuiriam para aumento do valor da Unidade.

CONCLUSÕES

A valoração dos recursos naturais do Monumento Natural da Mãe D'água com enfoque nos recursos hídricos resultou no valor de 7,2 bilhões de reais. Este valor é referente à produção de água para o abastecimento público e funções ecossistêmicas na área da unidade que tem 500 hectares. Este trabalho não esgota o assunto, pois outros usos, como os usos múltiplos da água, a exemplo da irrigação, agricultura, pecuária, piscicultura; transporte de matéria orgânica, diluição de poluentes, geração de energia; potencial turístico, de esportes e atividades recreativas podem ser valorados e complementar a avaliação da Unidade e sua contribuição para a economia e o desenvolvimento da região.

Descontado as vazões de captação de água para abastecimento público havia um excedente de 17 milhões m³/ano que abastecem córregos na região propiciando usos como piscicultura, irrigação, agricultura familiar, pecuária familiar, recreação e turismo. Além dos usos múltiplos da água como manutenção dos ecossistemas, transporte e diluição de carga orgânica, interação com outros afluentes que deságuam no Rio Paraopeba, por sua vez afluente do Rio São Francisco. Estes usos a jusante não foram valorados, pois estão fora do perímetro da unidade, podendo alguns destes estar localizados na Zona de Amortecimento, e em trabalhos futuros serem pontos de análise e mensuração.

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Está em tramitação na Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais o Projeto de Lei PL n.º 1.630/2011 para ampliação do Monumento Natural Mãe D água que ira fortalecer a Unidade e aumentar o repasse de ICMS – Ecológico para o Município de Brumadinho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Daniel Caixeta, ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem estar humano. Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo. Texto para Discussão 155, fev.2009
2. ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar? Sustentabilidade em Debate, Brasília, v. 4, n. 1, p.43-58, 2013.
3. BRASIL. Lei n.º 9.433, de 8 janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 13 abr.2013.
4. _____. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em: 02 mar. 2013.
5. _____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 12 abr.2013.
6. _____. 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: 13 abr.2013.
7. _____. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 12 abr.2013.
8. BRUMADINHO. Prefeitura Municipal. Decreto nº 059 de 27 de fevereiro de 2013. Altera o Decreto 087 de 08 de agosto de 2012 que cria o Monumento Natural Municipal da Mãe D água, em trecho da serra da Moeda em município de Brumadinho e dá outras providências. Brumadinho: Câmara Municipal. (Manuscrito).
9. _____. Prefeitura Municipal. Decreto nº 087 de 08 de agosto de 2012. Cria o monumento municipal Mãe D água, em trecho da serra da Moeda em município de Brumadinho e dá outras providências. Brumadinho: Câmara Municipal. (Manuscrito).

XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

10. MINARDI, Paulo Sérgio Pelógia, BOMTEMPO, Virgílio Lopardi. Traçadores e técnicas isotópicas em hidrologia subterrânea: a experiência do CDTN/CNEN, Brasil. In: 1ST JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, 2000, Fortaleza. Anais do 1st Joint World Congress on Groundwater. 2000. v.1. p.1-17.
11. MORAES, André Steffens; SEIDL, Andrew, SAMPAIO, Yoni. Quanto Vale o Pantanal? A Valoração Ambiental Aplicada ao Bioma Pantanal. Corumbá: EMBRAPA, 2009.
12. MOTTA, Ronaldo Serôa da, Manual Para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. Rio de Janeiro: IPEA/ MMA/ PNUD/ CNPq, 1997.
13. MOURÃO, Maria Antonieta Alcântara. Caracterização hidrogeológica do aquífero Cauê, Quadrilátero Ferrífero. 2007. 297 fls Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia. Belo Horizonte.
14. NOGUEIRA, Jorge Madeira; MEDEIROS, Marcelino Antônio Asano de; ARRUDA, Flávia Silva Tavares de. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empiricismo? Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.17, n.2, p.81-115, maio/ago. 2000.
15. PEIXOTO, S. L. et. al., Valoração Ambiental das Infra-estruturas de Comunicação, Rede Elétrica e Capitação de Água para Abastecimento em Unidade de Conservação de Proteção Integral: O Caso do Parque Nacional da Tijuca. Encontro Nacional da ECOECO, 4, Belém: ECOECO, 2001.