

Aplicação do método do custo de reposição (mcr) para valoração do meio ambiente: o caso do Parque Cesamar, Palmas – TO

Fernán Enrique Vergara¹, Ricardo Azevedo Mamedio de Sousa², Rui da Silva Andrade³

^{1,3}MPEA Universidade Federal do Tocantins (UFT)

²Ministério Público do Estado do Tocantins (MPE/TO)

Resumo

O presente trabalho se propôs estimar o valor econômico do Parque Cesamar, em Palmas – TO, com a utilização do método do Custo de Reposição (MRC). O estudo teve como referências o custo do desassoreamento do lago do parque e da recuperação das principais fontes geradoras de sedimentos. Para tanto, foram identificados o uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente do córrego Brejo Comprido e afluentes, situados a montante do lago, determinando sua porção degradada passível de recuperação; a morfometria e a técnicas de recuperação da voçoroca, situada a montante do reservatório; e o custo do desassoreamento do agregado mineral sedimentado. Após a precificação dos serviços de recuperação, obteve-se um valor total de R\$ 4.748.949,84, indicando a necessidade de reorientar as políticas públicas no sentido de privilegiar medidas de manutenção preventiva em detrimento das medidas corretivas e emergenciais.

Palavras-chave: Parque Cesamar; Método Custo de Reposição; valoração ambiental

Abstract

This study aims to estimate the economic value of Cesamar Park in Palmas – TO, using the Replacement Cost (MRC) method. The study was based on the lake's park dredging cost and the recovery of the main sediment sources. Thus, it was identified the use and occupation of land in the Permanent Preservation Areas of Brejo Comprido and its tributaries, located upstream the lake, determining their degraded portion liable to recovery; morphometry and recovering techniques of gully located upstream the lake; and the cost of dredging the silted mineral aggregated. After pricing of recovery services, we obtained the total amount of R\$ 4,748,949.84, indicating the need to redirect public policies in favor of preventive maintenance measures, instead of corrective and emergency measures.

Keywords: Cesamar Park; Replacement Cost Method; environmental valuation

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Araújo *et al.* (2013), parques urbanos são espaços públicos com expressivas dimensões e com predominância de elementos naturais, a exemplo da cobertura vegetal e de corpos d'água, destinados ao lazer e à recreação da população.

O Parque Cesamar, inaugurado em 1998, é o principal parque urbano da cidade de Palmas, Estado do Tocantins, sendo constituído por um espelho d'água com área de 15,45 hectares e profundidade média de 2 metros, formado por cinco afluentes, sendo o córrego Brejo Comprido o principal. Conta com uma pista de corrida com 2.820 metros de extensão e uma trilha para caminhada com 2.000 metros de extensão (OLIVEIRA, 1998), e tem como finalidade proteger a bacia do Brejo Comprido, preservar a fauna e a flora, promover o desenvolvimento social e aproveitar as condições da paisagem para atividades educativas, de lazer e recreação (PALMAS, 2005).

Localizado na área central da cidade, sofre grandes pressões de seu entorno, dentre as quais se destacam a expansão da malha urbana, construção de obras viárias e erosões decorrentes de grandes volumes de água descarregados pela rede de macro drenagem, em sua porção urbana, e a degradação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), em área rural.

Essas circunstâncias favoreceram o assoreamento de seu reservatório, já em estágio avançado, em que o volume de sedimentos ocupa aproximadamente 16,4% do volume do lago, ocasionando prejuízos estéticos e ao fluxo hídrico. Esse processo indesejado reverte-se em diminuição do nível de bem-estar dos seus usuários e circunvizinhos, resultante da depreciação da qualidade dos serviços ambientais prestados pelo parque.

Para a economia ambiental o meio ambiente é um bem público e os efeitos das degradações ambientais devem ser mensurados (NASCIMENTO e FREIRE, 2011; MOTA, 2006). Na literatura científica são encontrados vários métodos de valoração econômica dos recursos naturais, e relacionadas vantagens e desvantagens de cada um deles (MOTTA, 1998; NOGUEIRA *et ali*, 2000).

Dentre os métodos de valoração dos impactos ambientais que consistem em quantificar monetariamente a degradação do recurso ambiental, adotou-se o Método de Custo de Reposição (MRC), por conter uma das ideias intuitivas mais claras quando se pensa em prejuízo, isto é, reparação por um dano provocado (FURTADO, 2010, *apud* PEARCE, 1993). Ainda segundo Furtado (2010), o MCR se baseia no custo de reposição ou restauração de um bem danificado e entende esse custo como uma medida do seu benefício. A operacionalização desse método é feita pela agregação dos gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso.

Dadas essas características, considera-se que o MCR captura o que se entende por valor mínimo do bem ambiental estudado, representado pelo custo da restauração das suas características originais ou desejáveis.

A valoração ambiental, nesse contexto, constitui-se em importante ferramenta de gestão, auxiliando o poder público na tomada de decisão, favorecendo a instituição de ações planejadas, subsidiadas por estudos representativos de diversas situações.

Sob essa perspectiva, o presente trabalho se dedicou a valorar o Parque Cesamar por meio da identificação dos principais elementos relacionados à qualidade ambiental do seu lago, estabelecendo metodologias para a quantificação dos custos de reparação do assoreamento que o acomete e a mitigação de suas causas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Identificação Dos Elementos A Serem Valorados

Os elementos a serem valorados foram o desassoreamento do lago, recuperação das APPs e recuperação da principal voçoroca contribuidora de sedimentos para o lago.

O desassoreamento do lago tem por objetivo restabelecer o adequado fluxo hídrico nos locais de maior acúmulo de sedimento. Objetiva-se, ainda, como efeito do desassoreamento, a restabelecer a não menos importante função estética desempenhada pelo espelho d'água, artificialmente produzido para fins de contemplação e lazer, constituindo-se em importante bem público da capital estadual.

A recuperação das áreas degradadas implicará em menores custos de manutenção do lago, uma vez que a normalização da produção de sedimentos terá efeito protelatório às medidas de manuten-

Ambiental – APA Estadual Serra do Lajeado com uma área total de 121.416 hectares, criada pela Lei Estadual N°. 906/1997, (TOCANTINS, 1997).

Dentre os principais impactos ambientais negativos ocorridos na área de estudo destaca-se: retirada de material inerte para aterro (cascalho), construções de estradas vicinais e rodovias; implantação de condomínios; construção de galerias de águas pluviais; implantação de clubes; desmatamento para implantação de culturas e pastagens; barramento do córrego e queimadas ocorridas principalmente no período de julho a setembro (PALMAS, 2005).

2.3 – Referencial para estimação dos custos de recuperação

Foi adotado como referência para o cálculo dos custos envolvidos na recuperação dos diversos elementos valorados, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), divulgados mensalmente pela Caixa Econômica Federal (CEF).

A principal vantagem do sistema é sua ampla base de dados, rigor metodológico e a grande disponibilidade de insumos e serviços previstos. Além disso, a Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO, desde sua edição anual de 2003, determina que os custos do SINAPI sejam utilizados como referências para a razoabilidade de preços de obras públicas executadas com recursos federais do Orçamento Geral da União.

O SINAPI estima os custos diretos para a execução de serviços, desconsiderando os denominados Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), calculados para cada caso específico. Constituem-se em Benefícios e Despesas Indiretas os custos indiretos, não relacionados exclusivamente com a prestação do serviço em questão, a remuneração ou lucro pela prestação de serviços e os tributos incidentes sobre o faturamento.

São definidas faixas aceitáveis para valores de taxas de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) específicas para cada tipo de obra pública e para aquisição de materiais e equipamentos relevantes, com utilização de critérios contábeis e estatísticos e controle da representatividade das amostras selecionadas. O Tribunal de Contas da União determinou por meio do Acórdão N° 2622/2013, (BRASIL, 2013) a adoção dos valores consignados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do BDI por tipo de obra

TIPO DE OBRA	1ª QUARTIL	MÉDIO	3ª QUARTIL
Construção de edifícios	20,34%	22,12%	25,00%
Construção de rodovias e ferrovias	19,60%	20,97%	24,23%
Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas	20,76%	24,18%	26,44%
Construção e manutenção de estações e redes de distribuição de energia elétrica	24,00%	25,84%	27,86%
Obras portuárias, marítimas e fluviais	22,80%	27,48%	30,95%

Fonte: Brasil (2013)

O cálculo dos percentuais que incidem sobre os insumos de mão de obra do SINAPI foi realizado para cada capital brasileira, e considerou dados regionais como rotatividade da mão-de-obra, feriados locais e dias de chuvas, para apuração mais precisa (CEF, 2014).

2.4 – Identificação e quantificação das áreas de preservação permanente (apps) degradadas do córrego brejo comprido e afluentes

Para o mapeamento da cobertura e uso do solo de todo o território de Palmas-TO, utilizou-se de imagens do satélite Spot 5 com resolução espacial de 2,5 metros do ano de 2011, interpretadas na escala de 1:25.000, no sistema de coordenadas planimétrico UTM, Fuso 22 Sul, Datum SIRGAS 2000.

2.4.1 - Custo de Reposição – APPs degradadas

Para a estimativa dos custos de recuperação das APPs, adotou-se o serviço de plantio de arbusto regional de 50 a 100 cm de altura, em cava de 60 X 60 X 60 cm, incluindo o preparo do solo, registrado no SINAPI sob o código 85178, ao custo de 28,32 reais por unidade plantada. A tabela 2, extraída do Catálogo de Composições Analíticas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) referente ao mês de janeiro de 2014, demonstra a composição dos insumos necessários a execução do serviço.

Tabela 2. Composição de insumos para plantio de arbustos regionais de 50 a 100 cm

CLASSE/TIPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
insumo	159	adubo bovino	m ³	0,005
insumo	370	areia media - posto jazida / fornecedor (sem frete)	m ³	0,032
insumo	6111	servente	h	0,09
insumo	7253	terra vegetal	m ³	0,074
insumo	10826	arbusto regional de 50 a 100cm de altura	un	1
insumo	25951	fertilizante npk - 10:10:10	kg	0,074
insumo	25963	calcario dolomítico a - posto pedreira / fornecedor (sem frete)	kg	0,074
insumo	25964	jardineiro	h	0,09

Fonte: CEF (2014).

A densidade das mudas no plantio deve ser igual à da vegetação original que foi eliminada, que varia conforme o tipo de cerrado. À falta dessa informação, foi adotado o quantitativo de mil mudas por hectare, em espaçamentos aproximados de 3,0 x 3,0 m (DURIGAN *et al.*, 2011).

Inferese, portanto, que o custo direto de recuperação das áreas de preservação permanente dos córrego Brejo Comprido e afluentes, em sua porção a montante do lago do parque Cesamar é obtido por meio da equação 1:

$$C_R = A \times C_U \times P_{U \times A} \quad (1)$$

Onde:

C_R – Custo total da recuperação das áreas de preservação permanente, em reais;

A – Área total a ser revegetada, em hectares;

C_U – Custo unitário por espécime plantado, em reais;

$P_{U \times A}$ – Proporção de espécimes plantados por hectare.

Na ausência de BDI médio para os serviços de plantio de arbustos, não previstos isoladamente no estudo realizado pelo Tribunal de Contas da União, foi adotado o valor mínimo dentre os BDIs médios estipulados para os diversos tipos de obra.

2.5 - Desassoreamento do lago

Para que o lago recupere suas características de projeto e os efeitos adversos do assoreamento, os agregados minerais acumulados devem ser removidos. O volume de sedimentos (m³), juntamente com os custos unitários de remoção (R\$/m³) e a metodologia empregada, constituem-se nas informações mais relevantes para a estimação das despesas de recuperação do lago do parque Cesamar, no que se refere ao seu aspecto corretivo.

Quanto ao volume de material a ser removido, adotou-se como referência o levantamento realizado pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas (SEISP) no ano de 2013, em

conjunto com a Gerência de Parques da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano do Município de Palmas (SEMDU) e o Corpo de Bombeiros do Estado do Tocantins.

O levantamento consistiu na aferição da profundidade em pontos distribuídos pela superfície do lago. Os dados coletados com o auxílio de um barco a motor, trena métrica e aparelho de GPS, foram tabulados e espacializados conforme visto na figura 2.

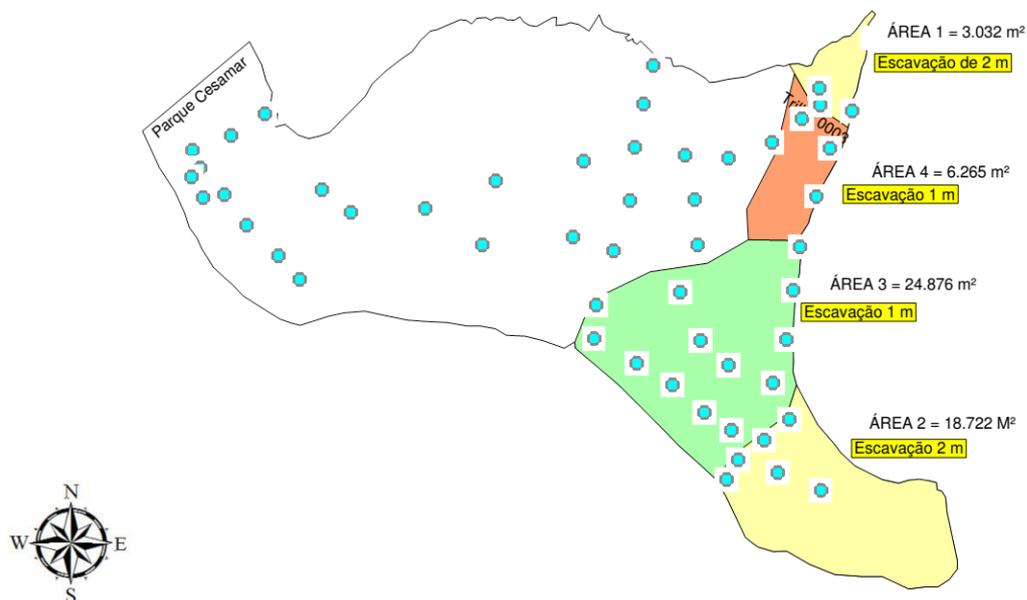


Figura 2. Áreas de Escavação. Fonte: SEISP (2013).

Os volumes parciais e total de material a ser removido foram obtidos multiplicando-se os valores das áreas de escavação pela profundidade pretendida e por um fator de empolamento médio de 10 %, referente ao acréscimo do volume observado após a descompactação do agregado mineral sedimentado.

2.5.1 – Custo de Reposição – desassoreamento do lago

O serviço adotado foi o de escavação mecanizada submersa (dragagem e carga), utilizando caminhão basculante, escavadeira tipo draga de arraste e retroescavadeira com carregadeira, registrado sob o código 76451/001, a um custo de R\$ 23,58 o metro cúbico, sobre o qual foi aplicado uma taxa de BDI de 27,48%. A composição de insumos para a realização da dragagem é descrita na tabela 3.

Tabela 3. Composição de insumos para escavação submersa.

CLASSE/TIPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
Insumo	1133	Caminhão basculante com capacidade de 5 m ³ / 11 ton, motor diesel de 142 hp (locação)	horas	0,021406
Insumo	2720	Escavadeira draga de arraste, cap. 3/4 jc 140hp tipo cnv bucyrus ou equiv (incluindo manutenção/operação)	horas	0,12
Insumo	6042	Retroescavadeira c/ carregadeira sobre pneus 76hp transmissão mecânica (incluindo manutenção/operação e combustível)	horas	0,0465
Insumo	6111	Servente	horas	0,2851

Fonte: CEF (2014).

2.6 – Determinação e custos de recuperação da voçoroca

2.6.1 Morfometria

A morfometria da Voçoroca foi determinada por meio de vistoria *in loco* e de análises espaciais na plataforma de informações geográficas. Na etapa de campo, foram utilizados um aparelho de GPS, e uma trena a laser, destinados a coletar as coordenadas geográficas dos pontos escolhidos, a largura entre as margens e a profundidade da voçoroca, informações necessárias à determinação de seu perímetro e volume aproximados.

O cálculo do volume da voçoroca foi realizado segundo o metodologia descrita por Ikematsu *et al.* (2007), que consiste na determinação da área da seção transversal em diversas partes da voçoroca (Figura 3) e, posteriormente, na determinação do seu volume por meio da equação 2.

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_{i-1} + A_i}{2} \cdot d$$

(2)

Onde:

V – Volume de solo erodido.

n – número de seções consideradas.

V_i – volume de solo erodido em cada canal.

A_{i-1} – área da seção do ponto jusante.

A_i – área da seção do ponto montante.

d – distância entre as seções adjacentes.

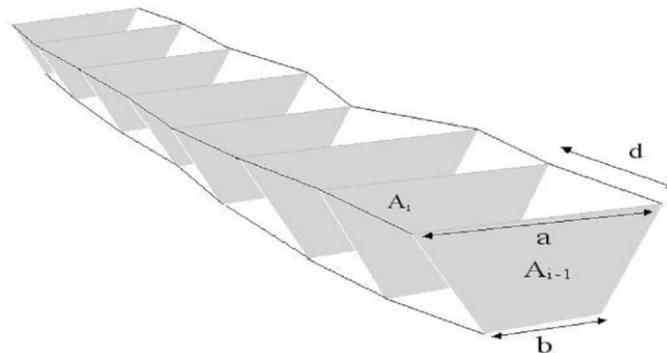


Figura 3 – Cálculo do volume da voçoroca. Fonte: Ikematsu et al. (2007).

2.6.2 – Áreas de contribuição de drenagem

As áreas que contribuem (geram vazão) para a voçoroca foram determinadas com a inserção de um bach point à altura da seção 16 (figura 4). Gerada a bacia de drenagem, foram realizadas as seguintes operações:

Análise da distribuição da rede de macro drenagem (rede coletora) do município de Palmas;

Identificação, dentre as quadras com rede de drenagem em operação, daquelas que geram vazão para a área de estudo e das que conduzem a água coletada para outras regiões.

Identificação das áreas de sobreposição entre a bacia de drenagem da voçoroca e as quadras com micro e macro drenagem em operação;

Exclusão das áreas de drenagem da voçoroca que se sobreponham às áreas das quadras com rede de drenagem em operação, uma vez que a água escoada nessas áreas é conduzida artificialmente para outros pontos de lançamento, que não fazem parte do presente estudo;

Divisão da bacia de drenagem da voçoroca drenada naturalmente em área 1, área urbanizada com micro e macro drenagem, área 2, área urbanizada sem drenagem e área 3, área verde.

Embora as vazões geradas pelas áreas 1, 2 e 3 contribuam para o mesmo canal fluvial, onde se situa a voçoroca, seu cálculo difere, sobretudo devido aos diferentes tipos de cobertura e uso do solo, e, conseqüentemente, diferentes volumes de água escoados superficialmente.

2.6.3 - Determinação da vazão de projeto e dos coeficientes de escoamento

A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da aplicação da equação de chuvas validada pelo plano de saneamento básico do município de Palmas de janeiro de 2014, para duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia (PALMAS, 2014).

O Tempo de Retorno adotado foi de 100 anos, especificado por Santos (2010) para canalização de talvegue em área urbanizada.

Utilizou-se o método racional para o cálculo da vazão de projeto, representado, devido a sua ampla utilização para a determinação de vazões de pico em pequenas bacias, com área de até 2 km² e com baixa complexidade (PORTO, 2004, *apud* SANTOS, 2010). A escolha do método leva em consideração, principalmente, a área da bacia de drenagem.

O coeficiente de escoamento de uma bacia de superfícies variáveis pode ser estimado pela ponderação do coeficiente de diferentes superfícies. Para este trabalho o coeficiente de escoamento foi determinado segundo Tucci (2000), para uma superfície de concreto.

2.6.4 – Dimensionamento e custos do canal

Em posse da vazão de projeto, as dimensões da canalização e os parâmetros de escoamento foram estipulados com o uso do *software* Canal, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa – MG.

Os cálculos foram realizados, dada a vazão de projeto, para um canal de seção transversal retangular com 0,073 m/m de declividade, coeficiente de rugosidade de Manning de 0,035 para gabião em condição regular. A largura foi arbitrada em 3 m e a folga em 20% da profundidade normal (PEREIRA, 2008).

Para o revestimento do canal foi proposto a utilização de gabião tipo caixa nas paredes laterais e gabião tipo colchão reno no leito, tendo em vista que os gabiões são elementos de aplicação simples, não requerendo mão-de-obra especializada. São estruturas altamente permeáveis e drenantes, permitindo o fluxo das águas de percolação, aliviando empuxos hidrostáticos e otimizando assim as seções de tais estruturas (PEREIRA, 2008).

Para o caso concreto, em que o material poderá suportar velocidades de até 6,45 m/s, optou-se pela utilização das espessuras máximas normalmente disponíveis no mercado, o que corresponde a 0,30 m para gabião tipo colchão reno, e 0,50 m para gabião caixa, com volume unitário definido em 1 m³.

O custo do revestimento do canal foi calculado com base no relatório do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (CEF, 2014), com desoneração de encargos trabalhistas, para a localidade de Palmas-TO. Os serviços adotados foram: gabião tipo caixa h = 0,50m, malha hexagonal 8x10, revestimento zn/al, fio 2,7 mm com diafragma a cada metro e geotêxtil (código 73666), a um custo unitário de 314,82 reais o m³; e gabião tipo colchão reno/manta h = 0,30 m, malha hexagonal 6x8 revestimento zn/al com pvc fio 2,0mm com diafragma a cada metro e geotêxtil (código: 73842/003), a um custo unitário de 128,57 reais o m².

Para a incorporação do BDI aplicou-se uma taxa de 27,48 %, prevista para obras portuárias, marítimas e fluviais.

2.6.5 – Quantificação e custos para o aterramento do leito erodido

O volume de terra utilizada para aterramento do leito é dado pela diferença entre o volume total de solo erodido e o volume do canal proposto somado ao volume de gabião tipo caixa e colchão reno aplicados.

Para o cálculo do custo do aterramento foi adotado o serviço de aterro mecanizado compactado com empréstimo de areia (código 79484), a 37,99 reais o m³. A taxa de BDI aplicada foi de 27,48 %.

2.6.6 – Dimensionamento e custos do dissipador de energia

A fim de minimizar os efeitos da descarga de água no ponto de lançamento, faz-se necessário a implantação de um dissipador de energia na extremidade do emissário. Para tal finalidade foi proposto

a instalação de três paredes defletoras associadas a uma área enrocada de 15 m de comprimento por 10 m de largura. As paredes defletoras, com dimensões de 1,5 m de altura, 2 m de largura e 1 m de espessura, em sua parte aérea, devem ser ancoradas ao solo.

Cada parede defletora tem um volume de 6,5 m³, ao passo que a área a ser enrocada é de 150 m², com profundidade de 0,30 m. O serviço adotado para as paredes defletoras foi o de concreto fck 15 Mpa, incluído preparo mecânico, lançamento e adensamento (código 73406), ao custo de 376,53 reais o m³, associado à armação de aço ca-50 para 1 m³ de concreto (código 73990/1), com custo de 430,29 reais o m³. Já para o enrocamento, foi adotado o serviço de enrocamento manual, com arrumação do material (código 73698), ao custo 140,10 reais o m³.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Recuperação das áreas de preservação permanente

O Plano de Saneamento do Município de Palmas, publicado em janeiro de 2014, define como as principais fontes de sedimentos para o lago do Parque Cesamar as obras da rodovia TO-050 e da Avenida NS-10. São também identificados pequenos aportes de sedimentos ao lago por parte da NS-10, considerados pouco significativos (PALMAS, 2014).

Foi caracterizado o uso e ocupação das áreas de proteção permanente conforme Tabela 4.

Tabela 4. Usos do solo nas APPs do córrego Brejo Comprido e afluentes

USO DO SOLO NAS APPs	ÁREA (m ²)
Agropecuária	218176,20
Capoeira	167237,3
Cerrado Sentido Restrito	255317,27
Cerradão	48451,63
Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana	528212,78
Infraestrutura	25550,6
Mata de Galeria/Mata Ciliar	1150626,13
Parque de Cerrado	45481,98
Área Urbanizada	57397,38
ÁREA TOTAL DAS APPs	2496969,88

Dentre as categorias classificadas, Agropecuária e Áreas Urbanizadas foram consideradas aptas à recuperação. As áreas urbanizadas devem, contudo, desconsiderar as porções territoriais alocadas em zona urbana que se constituem em estruturas de utilidade pública, tais como avenidas e rodovias.

A área total das APPs a serem recuperadas, somadas as áreas urbanizadas e as de agropecuária totalizam 257362,6 m², ou 25,74 hectares, o que representa, em termos percentuais, um total de APP degradada da ordem de 10,3 %, aqui descontado o valor das áreas consideradas de utilidade pública, de 18210 m².

Aplicando-se a equação 1 e uma taxa de BDI de 20,97%, obteve-se a quantia de R\$ 918.110,04, correspondente ao custo de recuperação das APPs do córrego Brejo Comprido e afluentes, em sua porção situada a montante do lago do parque Cesamar.

3.2 Desassoreamento do lago do parque cesamar

O lago do Parque Cesamar, criado pelo represamento do córrego Brejo Comprido, tem um volume aproximado de 500.000 m³, com um espelho d'água de 15,45 hectares e profundidade média de 2,0 metros (PALMAS, 2014). Impactado por seu entorno, sobretudo pelas erosões provocadas pelas estruturas de drenagem e obras de mobilidade urbana, o lago encontra-se assoreado.

O volume total de agregado material a ser removido é de 82.113,90 m³, ou 16,4 % do volume

total do lago. O montante é resultado da soma dos volumes parciais previstos para as Áreas 1, 2, 3 e 4, detalhados na figura 2 e Tabela 5, a serem removidos a um custo de R\$ 2.468.326,10.

Tabela 5. Volume de sedimentos dragados do reservatório

ÁREA	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3	ÁREA 4
SUPERFÍCIE (m²)	3032	18722	24876	6265
PROFUNDIDADE (m)	2,00	2,00	1,00	1,00
EMPOLAMENTO	1,10	1,10	1,10	1,10
VOLUME (m³)	6.670,40	41.188,40	27.363,60	6.891,50
VOLUME TOTAL (m³)	82.113,90			

Fonte: SEISP (2013), com adaptações.

3.3 - Recuperação da voçoroca

3.3.1 morfometria

Pode-se verificar em campo e pelos relatórios e documentos analisados, que processo erosivo do tipo voçoroca, provocado por falta de uma estrutura de drenagem, é o principal aporte de sedimentos para o reservatório.

Embora a área do parque seja acometida por duas grandes voçorocas, apenas a valorada aqui contribui para o assoreamento do lago.

A recuperação da voçoroca situada a montante do lago é condição essencial à sua reabilitação, sem a qual todos os esforços despendidos terão resultados insatisfatórios, convertendo-se em desperdício de recursos públicos.

Em posse dos dados corrigidos, foram determinados o perímetro (441 m), a área (2168 m²), declividade média (0,073 m/m), e comprimento do talvegue (222 m), dividido em três trechos, cada trecho foi dividido em várias seções transversais para determinação do volume da voçoroca, conforme a figura 4.

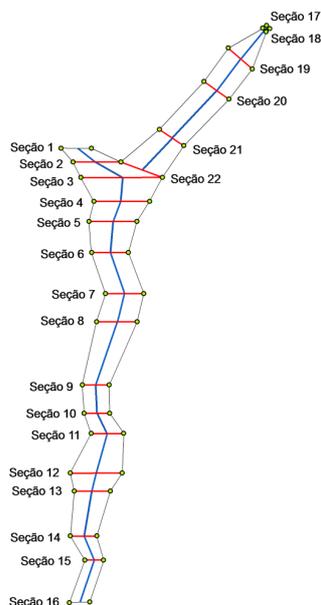


Figura 4. Seções de segmentação da voçoroca.

O volume da voçoroca objeto de valoração, cujo cálculo é detalhado na Tabela 6, é de aproximadamente 13729,93 m³.

Tabela 6. Volume de solo erodido no canal

GRUPO 1					
Seção	Distância entre as margens (m)	Profundidade da seção (m)	Área Seção (m ²)	Distância para a Seção Antecedente (m)	Volume entre seções (m ³)
Seção 1	9,5	3,4	32,3	0	0
Seção 2	14,9	5,8	86,42	7	415,52
Seção 3	25,4	6,8	172,72	10	1295,7
Seção 4			17,33 9,4 162,90 7		1174,67
Seção 5	14,9	5,7	84,93	7	867,41
Seção 6	11,43	7,3	83,43	10	841,84
Seção 7	11,96	5,73	68,53	14	1063,78
Seção 8	12,6	6,64	83,66	9	684,87
Seção 9	8,3	3,3	27,39	21	1166,06
Seção 10	7,96	2,83	22,52	9	224,62
Seção 11	10,12	2,5	25,3	7	167,39
Seção 12	16,1	2,3	37,03	13	405,14
Seção 13	11,2	2,4	26,88	6	191,73
Seção 14	8,2	1,9	15,58	14	297,22
Seção 15	5,8	1,75	10,15	8	102,92
Seção 16	2,8	0,1	0,28	14	73,01
Volume total (m³)					8971,93
GRUPO 2					
Seção	Distância entre as margens (m)	Profundidade da seção (m)	Área Seção (m ²)	Distância para a Seção Antecedente (m)	Volume entre seções (m ³)
Seção 17	2	1	2	0	0
Seção 18	2	1	2	1	2
GRUPO 3					
Seção	Distância entre as margens (m)	Profundidade da seção (m)	Área Seção (m ²)	Distância para a Seção Antecedente (m)	Volume entre seções (m ³)
Seção 19	16	7	112	12	684
Seção 20	10	8,9	89	12	1206
Seção 21	9	9,2	82,8	20	1718
Seção 22	14	5,8	81,2	14	1148
Volume total (m³)					4758

3.3.2 – Áreas de contribuição de drenagem

Conforme o estabelecido na metodologia, as áreas de drenagem para a voçoroca foram:

Área 1 (0,39 Km²) - Vazão gerada pela quadra 210 sul, dotada de rede de micro e macro drenagem com lançamento na área do parque Cesamar;

Área 2 (0,36 Km²) - Vazão gerada pela área urbanizada, ainda carente de rede de drenagem;

Área 3 (0,22 Km²) - Vazão gerada pela área verde inserida dentro dos limites do parque Cesamar.

3.3.3 - Vazão de projeto, dimensionamento e revestimento do canal

Após análise das características hidrológicas da bacia de drenagem da voçoroca, foi determinado o tempo de concentração de 4,56 minutos, uma intensidade de chuvas de 193,65 mm.h⁻¹, adotando-se um tempo e recorrência de 100 anos, e uma vazão de projeto de 30,2 m³/s, dos quais a Área 1 gera 14,49 m³/s, a Área 2 13,28 m³/s e a Área 3 2,34 m³/s.

Dada a vazão de 30,2 m³/s, declividade de 0,073 m/m e coeficiente de rugosidade de 0,035 para gabião em condição regular, obteve-se um canal de seção retangular com 3 m largura por 2 m profundidade, incluindo uma folga de 0,44 m, correspondente a cerca de 20% da profundidade normal (PEREIRA 2008), revestidos com gabião tipo caixa nas paredes laterais e gabião tipo colchão reno no leito.

3.3.4 – Dimensionamento e custos do canal

Para essas condições, o escoamento se dará a uma velocidade de 6,45 m/s, com regime de escoamento supercrítico (número de Froude de 1,65). A área da seção transversal será de 4,67 m², o perímetro molhado de 6,12 m, e o volume total de 1171,86 m³.

Considerando que cada gabião tipo caixa tem uma base de 2 x 1 m, com altura de 0,50 m, dispostos de maneira que o lado da base de 1 m seja orientado para o leito, tem-se que para cada metro da margem do canal, cuja profundidade foi definida em 2 m, são consumidos 4,0 m³ de gabião, perfazendo um consumo total de 1776 m³ para toda a extensão do canal. Por sua vez, o revestimento do leito com gabião tipo colchão reno com 0,30 m de espessura é dado pelo produto da largura do canal por seu comprimento, o que totaliza o consumo de 666 m² da referida estrutura.

Conhecidos os volumes demandados e seu custo unitário obteve-se o valor total de R\$ 712.766,58 para aplicação do gabião tipo caixa e de R\$ 109.158,09 para aplicação de gabião tipo colchão reno, já incorporados os 27,48 % referentes aos benefícios e despesas indiretas, o que resulta em um custo total de R\$ 821.924,67 para o revestimento do canal.

3.3.5 - Aterramento do leito erodido

O volume de terra utilizada para aterramento do leito é dado pela diferença entre o volume total de solo erodido (13.729,93 m³), dado pela equação 2, e o volume do canal proposto (1.171,86 m³) somado ao volume de gabião tipo caixa e colchão reno aplicados (1.975,8 m³), o que resulta em um volume a ser aterrado de 10.582,27 m³. O custo do aterramento foi estimado em R\$ 512.495,65, já incluído o acréscimo de 27,48 % referente aos Benefícios e Despesas Indiretas.

3.3.6 – Implantação do dissipador de energia

O custo total estimado para implantação do dissipador de energia é de R\$ 28.093,38, dos quais R\$ 20.056,41 referem-se às paredes defletoras e R\$ 8.036,97 ao enrocamento da área de dissipação, já incluso o acréscimo de 27,48 %, decorrente dos benefícios e despesas indiretas (BDI).

3.4 - Custo total de recuperação do lago do parque cesamar

Após a determinação dos custos de recuperação dos elementos associados ao assoreamento do lago do Parque Cesamar (tabela 7), obteve-se o valor total de R\$ 4.748.949,84 necessários à recuperação do referido bem ambiental.

A aplicação do método do custo de reposição, que tem por característica assumir o custo de recuperação dos bens e serviços ambientais como a mínima percepção de seu valor econômico, demonstra claramente a dificuldade do poder público em gerir um patrimônio ambiental complexo e dinâmico.

Ressalta-se, por fim, que o custo de R\$ 4.748.949,84, ainda que expressivo, foi calculado sobre bases conservadoras. O dispêndio de tal quantia, em um curto espaço de tempo, é um desafio à gestão pública e pode se tornar impeditivo à adequada recuperação do parque.

Tabela 7. Custos de recuperação do Parque Cesamar

ELEMENTO VALORADO	CUSTO ESTIMADO (R\$)
Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas	918.110,04
Desassoreamento do Lago	2.468.326,10
Revestimento do canal	821.924,67
Aterramento do leito erodido	512.495,65
Dissipador de energia	28.093,38
CUSTO TOTAL DE REPARAÇÃO	4.748.949,84

4 – CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstra a importância das áreas verdes para a vida urbana. Fica evidente ainda, que se por um lado a cidade se beneficia dessas áreas, por outro, as pressiona fortemente, de modo que se observa uma tendência à depreciação dos bens e serviços ambientais fornecidos.

O Parque Cesamar, principal parque urbano de Palmas, é exemplo concreto desse desafio. O assoreamento do seu lago e sua consequente descaracterização, é reflexo das pressões urbanas de seu entorno.

Uma abordagem adequada sobre o tema tanto garantiria a recuperação do patrimônio ambiental, tal como proposto ou mesmo com maior abrangência, como teria reflexo em sua gestão futura, necessariamente dedicada às medidas preventivas em detrimento das corretivas e emergenciais, normalmente mais onerosas, de difícil solução, e concentradas no tempo.

O custo de R\$ 4.748.949,84, alerta ainda para o risco da recuperação parcial, focada apenas no desassoreamento do lago, negligenciando suas causas, nem sempre percebidas pelos usuários do parque.

Conclui-se, portanto, que o método do custo de reposição se mostrou adequado à valoração do parque, demonstrando a preferência por uma gestão pautada na manutenção preventiva, no controle do uso e ocupação do solo e na capacidade de responder às demandas socioambientais ainda em seus estágios iniciais, normalmente menos onerosos e de mais fácil solução.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. M. et al. **O Parque Cesamar e a integridade ambiental do Córrego Brejo Comprido em Palmas-TO**. Rev. Interface, Edição número 06, maio de 2013.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. TC 036.076/2011-2. **Adoção de valores referenciais de taxas de Benefício e Despesas Indiretas – BDI para diferentes tipos de obras e serviços de engenharia e para itens específicos para a aquisição de produtos**. Acórdão N. 2.622/2013 – PLENÁRIO. 113p. 2013.

CAIXA ECÔNOMICA FEDERAL – CEF. SINAPE – Índices da Construção Civil. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp>. Acesso: 11 de fevereiro de 2014

DURIGAN G. *et al.* **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3.ed. rev. e atual. - São Paulo: SMA, 2011. 19 p.: il. color; 16 x 23 cm. Disponível também em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataci-liar>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2014.

FURTADO, R. O. **O Papel da Economia na Gestão Ambiental: os métodos de valoração como suporte à formulação de políticas públicas ambientais**. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental e Políticas Públicas) – Universidade Federal do Amapá. Macapá-AP, 2010. 118p.

IKEMATSU, P.; SILVA, A. M. da; PAULA, F. P. de; NOGUEIRA, D. P.; SILVEIRA, F. M.; ALVES, S.H.;

BOMBACK, M. Dimensionamento e estudo dos fatores condicionantes de duas voçorocas localizadas no município de Sorocaba (SP). **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 8, n. 24, p. 76 – 85, DEZ/2007.

MOTTA, R. S. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 228p.

MOTTA R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**. Brasília, 1998.

NASCIMENTO JUNIOR, E. R.; FREIRE, F. de S. **Valoração de danos ambientais: Estudo aplicação à emissão de CO₂ pelos veículos no Brasil**. II CSEAR Conference South America – Sustentabilidade em discussão. 2011.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. de; ARRUDA, F. S. T. **Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empiricismo?** Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 17, n.2, p.81-115, maio/ago 2000.

OLIVEIRA, W. L. de M. **Estudo crítico sobre o eia/rima do parque Cesamar com relação às medidas mitigadoras previstas após a sua implantação**. 1998. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 1998.

PALMAS. Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB - ANEXO III AO DECRETO Nº 700, DE 15 DE JANEIRO DE 2014**. Vol. III – Drenagem Urbana. Palmas-TO, 2014

PALMAS. Lei n. 1.406, de 16 de dezembro de 2005. Institui o plano de uso e ocupação do Parque Cesamar e dá outras providências. **Diário Oficial** [do Estado do Tocantins]. Palmas, 2005.

PEREIRA, I. L. V. **Estudos de revitalização de cursos de água – trecho experimental no rio das velhas**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG. Belo Horizonte - MG, 2008. 136p.

SANTOS, L. C. C. **Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória -ES, 2010. 173p.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS DE PALMAS (SEISP). Estudo de dragagem do parque Cesamar. Relatório técnico. 2013.

TOCANTINS. Lei 906, de 20 de maio de 1997. Cria a área de proteção ambiental da Serra do Lajeado e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado nº 599**. 1997.

TUCCI, C. E. M. **Coefficiente de escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH Vol 5, n.1 Jan/Mar 2000, 61-68. Disponível em:< https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/d59e1c5f69cd898ab9e9bce27bb6292d_70ec6dca6cec_6b4e9e67dc36f9d48fcc.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2014.