

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

Edson Augusto dos Reis

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO
PELOS SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NA BACIA DO RIBEIRÃO DO
CIPÓ, MANANCIAL ESTRATÉGICO DE POÇOS DE CALDAS-MG**

Poços de Caldas/MG

2014

EDSON AUGUSTO DOS REIS

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO
PELOS SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NA BACIA DO RIBEIRÃO DO
CIPÓ, MANANCIAL ESTRATÉGICO DE POÇOS DE CALDAS-MG**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências e Engenharia Ambiental. Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Antônio de Andrade Lima

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a.
Adriana Maria Imperador

Poços de Caldas/MG

2014

R375a

Reis, Edson Augusto dos.

Avaliação da viabilidade econômica do pagamento pelos serviços ambientais (PSA) na Bacia do Ribeirão do Cipó, manancial estratégico de Poços de Caldas - MG./Edson Augusto dos Reis. - Poços de Caldas, 2014.

107 fls.: il.; 30 cm.

Orientador: Cláudio Antônio de Andrade Lima.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental). –
Universidade Federal de Alfenas- Poços de Caldas, MG, 2014.

Bibliografias

1. Uso e ocupação do solo. 2. Pagamento por serviço ambiental - PSA. 3. Ribeirão do Cipó – Poços de Caldas, MG. I. Lima, Cláudio Antônio de Andrade (orient.). II. Universidade Federal de Alfenas- UNIFAL. III. Título.

CDD 363.7

EDSON AUGUSTO DOS REIS

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO
PELOS SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NA BACIA DO RIBEIRÃO DO
CIPÓ, MANANCIAL ESTRATÉGICO DE POÇOS DE CALDAS-MG.**

Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências e Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Alfenas. Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

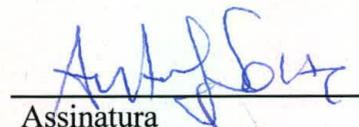
Aprovada em:

Prof. Dr. Cláudio Antônio de Andrade Lima
Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG
Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT



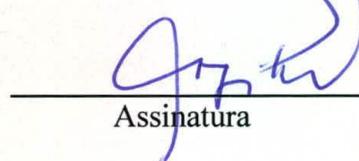
Assinatura

Prof. Dr. Antônio Donizetti Gonçalves de Souza
Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG
Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT



Assinatura

Prof. Dr. Antônio Marciano da Silva
Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL-MG
Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT



Assinatura

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG Campus Avançado de Poços de Caldas pela oportunidade oferecida e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Ambiental –PPGCEA. Ao Prof^o. Dr. Cláudio A. Andrade Lima, orientador, pela dedicação, conhecimentos transmitidos e confiança depositada na realização deste trabalho e pelas orientações. À Prof^a. Dr^a. Adriana M. Imperador, Co-Orientadora, pela paciência e atenção, pelos conhecimentos transmitidos além da confiança na proposta e realização deste trabalho. Aos Prof^o Dr. Antônio Donizetti Gonçalves de Souza e Prof^o. Dr. Alexandre Silveira pela atenção, ensinamentos e experiências transmitidas durante o curso e por introduzirem-me ao contexto da Engenharia Ambiental. À Prof^a. Dr^a. Luciana Botezelli pela simpatia, conhecimento e por apresentar-me ao mundo da Engenharia Florestal. A todos os professores externos a esta instituição pela colaboração no projeto nas pessoas dos Professores: Mestre Carlos Wilmer da Costa e Dr^o. Francisco A. Dupas. A todos meus mentores e líderes profissionais, José Geraldo Oliveira, Tania Nossa, João Batista Menezes e todos os colegas por ajudarem-me a conciliar os desafios profissionais com os estudos acadêmicos. A todos meus colegas de trabalho nas pessoas do Elias Miranda e do Eliel Reis que sempre apoiaram e contribuíram muito para este projeto. A todos os profissionais que desenvolveram seus projetos de estágio na área do GBS EHS na pessoa da Bruna Lara, que sempre energizaram a área e trouxeram novos desafios para meus aprendizados de gestão sobre Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Sustentabilidade. A todos meus mentores acadêmicos, Dra. Marcia Bandini, Dr. Jorge Gallo e Dr. Fábio Abdala pelos desafios e por ajudarem-me a organizar o pensamento científico em uma mente preparada para o business. Ver profissionais e Doutores como vocês foi uma inspiração para seguir em frente e conciliar a pesquisa com trabalho.

A toda minha família, em especial aos meus irmãos por compartilharem suas perspectivas, comentários e críticas a respeito de diversos assuntos ligados a pesquisa.

Aos meus grandes amigos pela paciência e colaboração, pois, durante este período, por várias vezes a sinapse de algumas conclusões dependia apenas de uma conversa amigável e confiável para chegar a solução. Por fim, agradeço a Deus, pela saúde, pela vida, pela oportunidade e por se fazer presente em vários momentos durante este período para contribuir no meu discernimento. A todos vocês, minha eterna gratidão.

*Dedico este trabalho à Bia minha
amada esposa e meu equilíbrio,
à minha querida Mãe Dona Dita
pela sabedoria e exemplo de vida,
à memória de meu pai José Augusto
e pelo exemplo de caráter,
aos meus filhos Verônica e João Augusto
a caminho.*

RESUMO

O objeto de estudo desta pesquisa foi à bacia hidrográfica do Ribeirão do Cipó, manancial do Município de Poços de Caldas em Minas Gerais, com os seguintes objetivos: (I) Caracterizar o atual uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica; (II) Avaliar a Disposição a Pagar da população poços caldense pelos Serviços Ambientais providos pela bacia hidrográfica; (III) Estabelecer e simular cenários econômicos hipotéticos de Pagamento pelos Serviços Ambientais providos pela bacia hidrográfica; (IV) Avaliar a viabilidade econômica de implantar o Pagamento por Serviço Ambiental no município. A partir da organização, interpretação e manipulação em ambiente Sistema de Informação Geográfica de imagens do satélite Landsat P6 do INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial referentes ao dia 01/09/2013, foi possível caracterizar e medir, em hectares, os principais usos e ocupação das terras da bacia em estudo. Através de uma amostragem estatística da população de 151.449 habitantes da cidade, selecionadas aleatoriamente nas sete áreas de ponderação estabelecidas pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e utilizadas no Plano Diretor da cidade, 335 entrevistas diretas foram realizadas com a população tendo como base um questionário com 14 perguntas as quais abordaram características socioeconômicas, aspectos ambientais e a disposição a pagar pelos serviços ambientais. Cenários econômicos hipotéticos foram elaborados para que fosse possível confrontar os valores obtidos com pagamento pelo Serviço Ambiental pelo Custo de Oportunidade econômica dos proprietários, permitindo, assim uma avaliação de viabilidade econômica. Os resultados obtidos foram os seguintes: (I) dos 7.752 hectares de área da bacia hidrográfica, destaca-se: 30,2% mata nativa, 29,3% solo exposto, 23,8% cultivo de Eucalipto, 4,9% de água no reservatório e corpos d'água; (II) 54% da população esta disposta a pagar pelos serviços ambientais com uma disposição econômica média de R\$ 6,43. (III) Os cenários econômicos (1) e (3) ficam abaixo do custo de oportunidade enquanto que os Cenários (2) e (4) apresentam uma atratividade por incorporarem o custo de oportunidade dos proprietários. (IV) Por fim, são apresentadas as conclusões sobre a viabilidade econômica de implantar o Pagamento por Serviço Ambiental na bacia do ribeirão do Cipó, com objetivo de internalizar as externalidades positivas dos Serviços Ambientais do manancial, para proteção e garantia da provisão de água para o município no médio e longo prazo.

Palavras Chave: Pagamento por Serviços Ambientais. Uso e ocupação do solo. Disposição a Pagar. Viabilidade econômica. Gestão de recursos hídricos. Ribeirão do Cipó.

ABSTRACT

The object of this research was the Cipo River watershed, strategic water source of Pocos de Caldas city in Minas Gerais state, with the following objectives: (I) characterize the current land use and occupation of the watershed; (II) Assess Willingness to Pay- WTP from the Pocos de Caldas' population for Environmental Services- ES provided by the watershed; (III) Establishing and simulate hypothetical economic scenarios for Payment for Environmental Services; (IV) Evaluate the economic feasibility of deploying the PSE in the municipality. From the organization, interpretation and manipulation in Geographic Information System- GIS from images of Landsat satellite P6 of INPE - National Institute for Space Research regarding the day 09/01/2013, it was possible to characterize and measure in hectares the main uses and occupation of the lands for watershed. Through a statistical sample of the population of 151,449 inhabitants of the city, selected randomly in seven Weighting Areas-WA established by IBGE – Geographic Statistic Brazilian Institute and based in the Master Plan for the city, 335 direct interviews were conducted with the population based on a questionnaire with 14 questions that addressed socioeconomic characteristics, environmental aspects and the WTP for ES. Thus, (4) four hypothetical economic scenarios were developed to confront the values obtained with the PSE face the Economic Opportunity Cost of the owners allowing an evaluation of economic viability. The results obtained were as follows: (I) of the 7,752 hectares of the watershed area, stands out: 30.2% native vegetation, exposed soil 29.3%, 23.8% cultivation of Eucalyptus, 4.9% of water in the reservoir and water bodies; (II) 54% of the population is willing to pay for ES with an average WTP of R\$ 6.43. (III) The economic scenarios (1) and (3) are below the Opportunity Cost while the scenarios (2) and (4) present an appeal by incorporating the opportunity cost of the owners. (IV) Finally, conclusions about the economic feasibility of deploying PSE in Cipo River watershed basin in order to internalize the positive externalities of the ES from the water source for the protection and assurance of water supply for the city in the medium and long term.

Key words: Payment for Environmental Services. Use and occupation of land. Willingness to Pay. Economic viability. Water resources management. Cipo River.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Fluxo da relação dos SE com Bem Estar Humano	20
Figura 3.2 - Fluxo dos Ciclos Biogeoquímicos com ecossistemas saudáveis	22
Figura 3.3 - Fluxo dos Ciclos Biogeoquímicos com ecossistemas depredados	22
Figura 3.4 - Métodos de Valoração	28
Figura 3.5 - CBH com cobrança pelo uso da água no estado de Minas Gerais.....	30
Figura 3.6 - Fluxo proposto para implantação de um programa de PSA	36
Figura 4.1 - Localização e delimitação da área de estudo	38
Figura 4.2 - Mapa síntese do Plano Diretos de Saneamento de Poços de Caldas	40
Figura 4.3 - Imagens da ETA V e captação na bacia do Cipó.....	41
Figura 4.4 - Imagens da represa do Cipó em dois momentos da pesquisa	43
Figura 4.5 - Regulação do uso da represa do Cipó	44
Figura 4.6 - Imagens da entrada e do remanescente do antigo aterro controlado	45
Figura 4.7 - Registro fotográfico de pontos turísticos do município.....	47
Figura 4.8 - Etapas para o geoprocessamento e caracterização.....	47
Figura 4.9 - O uso e ocupação das terras e cobertura vegetal na bacia do ribeirão do Cipó...	49
Figura 4.10 - Fluxo de Processamento para produção de mapas.....	50
Figura 4.11 - Fluxo de Processamento para produção de mapas	51
Figura 4.12 - Fluxo de Processamento das informações para produção de mapas	52
Figura 4.13 - Comparativo de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão do Cipó	54
Figura 5.1 - Áreas de ponderação para o município de Poços de Caldas.....	57
Figura 5.2 - Distribuição da Atividade Profissional	61
Figura 5.3 - Renda mensal informada pelos entrevistados.....	62
Figura 5.4 - Percentual da escolaridade informada pelos entrevistados.....	62
Figura 5.5 - Gráficos das respostas para 2 aspectos ambientais da pesquisa	63
Figura 5.6 - Percentual da falta de água no ultimo ano por região.....	64
Figura 5.7 - Percentual de resposta por motivo apontado para a falta de água	64
Figura 5.8 - Percentual de conhecimento dos entrevistados sobre o Ribeirão do Cipó	65
Figura 5.9 - Nível de importância da preservação do manancial do Ribeirão do Cipó.....	65
Figura 5.10 - Resultado do percentual da DAP	66
Figura 5.11 - Correlação entre a DAP média e escolaridade informada pelos entrevistados...	67
Figura 5.12 - Correlação entre a DAP média e renda informada pelos entrevistados.....	68
Figura 5.13 - Resultados diversos para DAP média por grupos	68
Figura 6.1- Balança de oferta e demanda dos Serviços Ambientais hídricos.....	71
Figura 6.2 - Lucro anual dos produtores na bacia do manancial do ribeirão do Feijão versus DAP da população de São Carlos-SP	78
Figura 6.3 - Comparativo do Custo de Oportunidade dos produtores versus a DAP da população para PSA dos mananciais estratégicos de Poços de Caldas-MG e São Carlos-SP	79
Figura 6.4 - Comparativo por hectare do Custo de Oportunidade dos produtores versus a DAP da população para PSA dos mananciais estratégicos de Poços de Caldas e São Carlos	79
Figura 6.5 - Apresentação do Custo de Oportunidade dos proprietários do manancial do Ribeirão do Cipó e valores de rateio para usuário outorgados no município de Poços de Caldas-MG	81
Figura 6.6 - Comparativo do custo de oportunidade pela arrecadação a partir do simulados de cobrança da bacia do rio das velhas.....	83
Figura 6.7- Cenário hipotético de absorção do Custo de Oportunidade dos produtores pelo DME para PSA do manancial estratégico de Poços de Caldas	85
Figura 6.8 - Cenário hipotético de absorção do Custo de Oportunidade dos produtores pelo DME para PSA do manancial estratégico de Poços de Caldas-MG.....	86

Figura 6.9 - Cenário hipotético de absorção do Custo de Oportunidade dos produtores pelo DME para PSA do manancial estratégico de Poços de Caldas-MG..... 86

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Taxonomia geral do valor econômico do Recurso Ambiental	26
Quadro 3.2 - Tipos de valores captados pelos métodos de valoração	29
Quadro 4.1 - Disponibilidade Hídrica dos Mananciais analisados.....	41
Quadro 4.2 - Mananciais atualmente explorados.....	42
Quadro 4.3 - Uso e ocupação das terras e cobertura vegetal	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Valoração dos SE a partir dos fluxos biogeoquímicos no sistema terrestre.....	23
Tabela 3.2 - Projetos e Iniciativas de PSA implantadas até 2011	33
Tabela 4.1 - Coordenadas geográficas dos pontos do aterro desativado na Bacia	45
Tabela 4.2 - Vazão máxima Outorgada por tipo para o município de Poços de Caldas.....	46
Tabela 4.3 - Vasão Outorgada por finalidade de uso no município de Poços de Caldas	46
Tabela 4.4 - Informações das imagens utilizadas para produção de mapas	50
Tabela 4.5 - Uso e cobertura do solo na bacia do Ribeirão do Cipó por classes em dois momentos de espaços distintos.....	53
Tabela 5.1 - Dados gerais dos entrevistados	61
Tabela 5.2 - Frequência das respostas dos entrevistados para a DAP em R\$.....	61
Tabela 6.1 - Indicadores de custo, produtividade e valor de produção do Eucalipto.....	73
Tabela 6.2 - Fluxo de caixa e cálculos de VPL e VPLA para regimes de manejo de Eucalipto.....	75
Tabela 6.3 - Fluxo de caixa e cálculos de VPL e VPLA para regimes de manejo de Eucalipto com taxas de custo de oportunidade	75
Tabela 6.4 - Valores anualizados do IPCA ente 2006 a Maio de 2014.....	76
Tabela 6.5 - Valores outorgados por finalidade para usuários de Poços de Caldas.....	80
Tabela 6.6 - Percentual de rateio do Custo de Oportunidade através da cobrança da água para os valores outorgados por finalidade de uso em Poços de Caldas-MG excluindo a geração de energia	81
Tabela 6.7 - Simulador para apoio a cobrança pelo uso da Água na Bacia do Rio das Velhas.	82
Tabela 6.8 - Receita Operacional e Resultado do período em milhares de reais para os Departamentos Municipais de Poços de Caldas - DME e DMAE	84
Tabela 6.9 - Cenários Hipotéticos de resultados em milhares de reais para o Departamento Municipal de Energia- DME e Departamento Municipal de Água e Esgoto - DMAE de Poços de Caldas - MG com a absorção dos Custos de Oportunidade para os proprietários do Manancial do Ribeirão do Cipó para PSA.....	84

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1 - Valor Econômico do Recurso Ambiental	25
Equação 5.1 - Modelo de população finita para amostragem	56
Equação 5.2 - Memorial de cálculo do tamanho da amostra.....	57
Equação 6.1 - Valor Presente Líquido (VPL)	74
Equação 6.2 - Valor Anual (VA)	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2 JUSTIFICATIVAS	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	19
3.1.1 Conceito	19
3.2 VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS	21
3.2.1 Valoração a partir da Perspectiva Ecológica	21
3.2.2 Valoração a partir da Perspectiva Econômica	24
3.2.3 Valor Econômico do Recurso Ambiental	24
3.2.4 Métodos de Valoração	26
3.2.5 Método de Valoração Contingente MVC	27
3.3 A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	29
3.4 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS	30
3.4.1 Conceito	31
3.4.2 PSA como Instrumento de Gestão	32
3.4.3 PSA no Contexto Nacional	32
3.4.4 PSA no estado de Minas Gerais	35
4 OBJETO DE ESTUDO	37
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E USOS DIVERSOS DA ÁGUA	37
4.2 O MUNICÍPIO DE POÇOS DE CALDAS	38
4.3 O MODELO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	39
4.4 CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DA ÁGUA NO RIBEIRÃO DO CIPÓ	40
4.5 GERAÇÃO DE ENERGIA	42
4.6 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIBEIRÃO DO CIPÓ	44
4.7 OUTORGAS PARA O USO DA ÁGUA	46
4.7.1 A Água como Atrativo Turístico	46
4.8 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MANANCIAL	47
4.8.1 Passo1 – Definição do “Problema” a ser Analisado	47
4.8.2 Passo2 – Entendimento dos Dados	49
4.8.3 Passo3 – Definindo o Método	50
4.8.4 Passo4 – Processamento dos Dados	51
4.8.5 Passo5 – Analisando os Dados	52
4.8.6 Análise da Caracterização do atual Uso e Ocupação do Solo	52
5 AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO A PAGAR – DAP DA POPULAÇÃO	56
5.1 CÁLCULO DA AMOSTRA	56
5.2 ESTRATIFICAÇÃO DA AMOSTRAGEM	57
5.3 APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA PARA A PESQUISA	58
5.4 QUESTIONÁRIO UTILIZADO E METODOLOGIA DAS ENTREVISTAS	59
5.5 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS	60
5.6 RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS ASPECTOS SOCIAIS	62
5.7 RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS ASPECTOS AMBIENTAIS	64
5.8 RESULTADOS DISCUSSÕES DOS ASPECTOS ECONÔMICOS	65
6 AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS ECONÔMICOS	71
6.1 FUNDAMENTAÇÃO DOS CENÁRIOS	71

6.1.1 A Produtividade do Cultivo de Eucaliptos	72
6.1.2 Atualização Monetária dos Valores.....	76
6.1.3 O Custo de Oportunidade com Cultivo de Eucalipto para os Proprietários.....	76
6.2 CENÁRIOS ECONÔMICOS HIPOTÉTICOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	77
6.2.1 Cenário 1 - Comparação entre DAP Média e Custo de Oportunidade.....	77
6.2.2 Cenário 2 - Rateio de Custo de Oportunidade da cobrança pelo uso da água.....	80
6.2.3 Cenário 3 - Simulação no modelo implantado na bacia do rio das Velhas.....	81
6.2.3 Cenário 4 - Internalizando o PSA nos departamentos municipais.....	83
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE OS CENÁRIOS SIMULADOS	87
7 CONCLUSÕES	88
8 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	90
9 REFERÊNCIAS	91
10 APÊNDICES	97
11 ANEXOS	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEM - Avaliação Ecológica do Milênio
ANA - Agência Nacional de Águas
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
APP – Área de Preservação Permanente
BHRG - Bacia Hidrográfica do Rio Grande
BPP – Princípio do Beneficiário Pagador
CNS - Conselho Nacional de Saúde
DAA - Disposição a Aceitar
DAP - Disposição a Pagar
DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto
DME - Departamento Municipal de Eletricidade
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ETA - Estação de Tratamento de Água
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT - Instituto de Ciência e Tecnologia
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão de Águas
INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
MVC - Métodos de Valoração Contingente
NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration
NUCLEBRAS - Empresa Nucleares Brasileiras
ONU – Organização das Nações Unidas
PL - Projetos de Lei
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos
PPP - Princípio do Poluidor Pagador
PSA - Pagamento pelos Serviços Ambientais
SA - Serviços Ambientais
TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity
UNEP - United Nation Environmental Program
UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas
VA - Valor Anual
VE - Valor de Existência
VERA - Valor Econômico dos Recursos Ambientais
VO - Valor de Opção
VPL - Valor Presente Líquido,
VPLA - Valor Presente Líquido Anual
VUD - Valor de Uso Direto
VUI - Valor de Uso Indireto