Anexo - Metodologia de Gradação de Impacto Ambiental

A presente metodologia de gradação de impacto ambiental para empreendimentos de significativo impacto ambiental, estabelece o percentual de compensação ambiental, nos termos do art. 36 da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei 9.985/2000), baseada na proposta do IBAMA adaptada pela SEMA.

O cálculo final do percentual da compensação ambiental se dará como descrito abaixo:

$$CA\% = (2,0 \times GI)$$

1. Grau de Impacto Ambiental (GI)

O Grau de Impacto Ambiental (GI) para empreendimentos continentais de significativo impacto ambiental licenciados pela SEMA, para fins de compensação ambiental, será estabelecido pela relação entre Indicador de Pressão (IP) e Indicador Ambientais (IA). Aplica-se ainda, apenas no caso de empreendimentos com influência em Áreas Institucionalizadas listadas pela metodologia, o Indicador Complementar (IC).

Para os empreendimentos lineares, os indicadores de degradação e os indicadores ambientais que compõem o GI serão calculados de forma ponderada, considerando cada trecho homogêneo do empreendimento.

Para efeito desta Metodologia, são considerados empreendimentos lineares.

Linhas de transmissão, linhas de distribuição, dutos em geral, adutoras, canais de condução de água, canais de drenagem, rodovias, ferrovias e hidrovias construídas.

O IP traz informações referentes aos fatores de geração de impacto do empreendimento proposto, o IA traz informações acerca das características ambientais da área proposta para inserção do empreendimento e o IC é fornece informações sobre áreas protegidas afetada pelo empreendimento

Para que se chegue ao valor do Grau de Impacto (GI) os valores encontrados se relacionarão de acordo com a seguinte fórmula abaixo :

$$(4,0249 \times \sqrt{IP \times IA}) + IC$$

$$GI = \frac{100}{100}$$

Onde:

IP = Indicador de Pressão (0-100)

IA = Indicador Ambiental Final (1-5)

IC = Indicador Complementar (0-10)

A constante 4,0249 tem função normalizadora e faz com que o valor de GI esteja sempre no intervalo de zero a 1. Observa-se que o valor final do GI é preponderantemente determinado pela média harmônica entre os fatores Indicador de Pressão (IP) e Indicador Ambiental (IA) pois quando não houver influência do empreendimento em Áreas especialmente protegidas o valor de IC é zero. .

2. Indicador de Pressão (IP)

O IP é obtido a partir da soma dos valores dos dois IP que compõem esta Metodologia (IP Destruição e IP Degradação), como apresentado na fórmula abaixo:

$$IP = (0,6 \times IP_{DESTRUIÇÃO}) + (0,4 \times IP_{DEGRADAÇÃO})$$

Os dois IP variam entre zero a cem, com contribuições de 60% e 40% do valor final de IP para IP_{DESTRUIÇÃO} e IP_{DEGRADAÇÃO} respectivamente.

2.1 IP Destruição

Este indicador expressa a área dos ecossistemas naturais que será alterada pela implantação do empreendimento, qualificada por características da vegetação afetada. São considerados três fatores:

Área destruída - representa a parcela da área de implantação do empreendimento, em hectares, que perderá sua importância para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos motivada pela supressão da cobertura vegetal;

Estado de Conservação da Vegetação - a área a ser ocupada deve ser classificada quanto ao estado de conservação da vegetação: antropizada, estágio pioneiro de regeneração, estágio médio e estágio avançado/primário;

Número de fitofisionomias - deverá ser informado o número de fitofisionomias presentes na área ocupada, conforme a classificação do Macrozoneamento do estado do Pará.

Nota: são consideradas áreas antropizadas, para os efeitos de cálculo desta metodologia, aquelas áreas que sofreram com as ações antrópicas de forma que tiveram sua cobertura vegetal natural removida, mas que guardam capacidade de regeneração e têm importância para a manutenção dos processos ecológicos. Ficam excluídas: áreas de solo impermeabilizado ou compactado, áreas urbanizadas, distritos e zonas industriais, áreas de cultivo ou pastagem mecanizada.

O valor deste IP é obtido a partir do relacionamento da área afetada em cada um dos estágios de conservação de vegetação considerados (antropizado, inicial, médio, avançado/primário) e o número de fitofisionomias afetadas (o valor medido para riqueza de fitofisionomias não modula os valores encontrados para áreas antropizadas). A fórmula apresentada a seguir nos leva ao valor final deste IP:

$$IP_{destruição} = \frac{\{ANT + [(4 \times IN) + (8 \times MED) + (16 \times AV)] \times FIT\} \times 100}{65.000}$$

Onde:

ANT = hectares de áreas antropizadas alteradas pelo

empreendimento.

IN = hectares de áreas em estado inicial de regeneração, alteradas pelo empreendimento.

MED = hectares de áreas em estado médio de regeneração, alteradas pelo empreendimento.

AV = hectares de áreas em estado avançado de regeneração ou primárias alteradas pelo empreendimento.

FIT = índice obtido a partir do número de fitofisionomias alteradas pela implantação do empreendimento (Conforme o MZEE-PA).

O valor de referência de 65.000 foi calculado a partir da estimativa de área de vida de um predador de topo de cadeia em uma área em estado médio de regeneração com apenas uma fitofisionomia. Este valor referencial fica estabelecido para todos os biomas podendo ser revisado posteriormente na forma prevista na Instrução Normativa.

Considerando que o valor máximo para este IP é 100, valores obtidos acima deste limite serão considerados como o valor máximo (100).

O índice de número de fitofisionomias (FIT) é dado pela seguinte tabela:

Número de fitofisionomias	Índice FIT
1	1
2 a 3	1,2
4 a 5	1,3
Mais de 6	1,4

2.2 IP Degradação

Este indicador expressa a propagação dos efeitos negativos do empreendimento para além do seu local de instalação, sobre aspectos do meio físico (solo, atmosfera e recursos hídricos). Estes efeitos serão considerados exclusivamente quando relacionados com a perda de biodiversidade ou distúrbios nos processos ecológicos, em função da instalação do empreendimento. O risco de efeitos negativos decorrentes da operação do empreendimento não será considerado para os efeitos deste indicador.

Os efeitos são medidos em termos de:

1 - Impacto: atesta a existência ou não do impacto.

a) inexistente para o meio considerado - peso 0;

b) existente para o meio, em estado alterado - peso 0,5;

c) existente para o meio, em estado preservado - peso 1;

2 - Abrangência: extensão espacial do impacto. Foi adotada a noção de bacia hidrográfica, segundo o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, para a mensuração da abrangência, pois se considerou que a distribuição dos impactos estaria associada à organização da paisagem em bacias hidrográficas. Foram adotadas quatro categorias de abrangência:

a) Pontual: afetando uma bacia de 6ª e/ou 7ª ordem, para o meio água e um raio de até 10km de extensão para os meios solo e ar - peso 1;

b) Local: afetando uma bacia de 4ª e/ou 5ª ordem, para o meio água e um raio maior que 10km e menor que 30km extensão para os meios solo e ar - peso 2;

c) Sub-regional: afetando uma bacia de 3ª ordem, para o meio água - peso 3;

d) Regional: afetando a área de uma bacia de 1ª e/ou 2ª ordem, para o meio água - peso 4.

3 - Duração: extensão temporal do impacto. Foram adotadas quatro classes de tempo, considerando os impactos da implantação do empreendimento sobre o meio físico:

a) Imediata: 0 a 5 anos após a instalação do empreendimento - peso 1;

b) Curta: 5 a 15 anos após a instalação do empreendimento - peso 2;

c) Média: 15 a 30 anos após a instalação do empreendimento - peso 3;

d) Longa: acima de 30 anos após a instalação do empreendimento - peso 4.

Postula-se a seguinte forma para o relacionamento de Impacto, Abrangência e Duração:

MEIO = Impacto * (Abrangência + Duração)

Foi ponderada a importância dos meios para a biodiversidade, dando-se diferente peso para Ar, Água e Solo, 1, 4 e 5 respectivamente.

Para o cálculo do IP_{DEGRADAÇÃO} postula-se a seguinte fórmula

$$IP_{DEGRADAÇÃO} = (1 * AR + 4 * ÁGUA + 5 * SOLO) * 1,25$$

A multiplicação por um fator de 1,25 tem apenas propósito de transformar os valores em uma escala de 0 a 100.

Nota: para empreendimentos lineares deverão ser considerados segmentos homogêneos da paisagem a fim de que os impactos sejam mensurados adequadamente para o empreendimento como todo, sendo o resultado final a média do impacto identificado para cada segmento, considerado de forma proporcional ao tamanho deste (número de compartimentos). Assim para um empreendimento com n segmentos homogêneos, o IP_{DEGRADAÇÃO} será obtido pela fórmula abaixo:

$$IP_{DEGRADAÇÃO} = (\sum IP_{Degradação} \times Percentual) / 100$$

Onde:

IP_{degradação}, é o IP de degradação de cada segmento

homogêneo.

Percentual, é o percentual relativo de cada segmento homogêneo encontrados no empreendimento.

Exemplo: 90% dos compartimentos com valores do IP_{degradação}=0 e 10% dos compartimentos com valores do IP_{degradação}=100, temos:

$$IP_{degradação} = (0 \times 90 + 100 \times 10) / 100$$

3. Indicador Ambiental (IA)

O IA é obtido a partir do produto dualístico dos valores encontrados para cada Indicador Ambiental (IA1, IA2 e IA3).

$$IA = (IA1 \otimes IA2) \otimes IA3$$

Onde:

IA1 = VULNERABILIDADE NATURAL À EROÇÃO - MZEE-PA

IA2 = COMPROMETIMENTO DA PAISAGEM

IA3 = ESPÉCIES AMEAÇADAS

Para o cálculo de IA está sendo aplicada à álgebra dualística aplicada à análise qualitativa descrita por François Guerrin (anais do Workshop Internacional de Raciocínio Qualitativo de 1995 - Dualistic Algebra for Qualitative Analysis pg. 64 a 73). Fica postulado que em um espaço qualitativo temos os mínimos, os máximos e um valor de referência. No caso destes indicadores utiliza-se cinco níveis, sendo o mínimo 1, o máximo 5 e o valor referencial médio 3.

Relação qualitativa	Qualitativo	Valor
PP - Q ₍₋₂₎		1
P - Q ₍₋₁₎		2
M - Q ₍₀₎		3
G - Q ₍₁₎		4
GG - Q ₍₂₎		5

Para as operações do cálculo acima indicado, cada valor quantitativo recebe um número conforme seu afastamento a partir do valor de referência (Qn). Para as operações de multiplicação acima o resultado final é o valor quantitativo encontrado pela soma aritmética do valor n.

Exemplo:

$$x = PP \otimes M, PP(-2); M(0); \text{então, } (-2)+(0) = (-2); Q_{(-2)} = PP. \text{ Desta forma } x = PP.$$

Nota: para os empreendimentos lineares deverão ser considerados compartimentos homogêneos da paisagem para que os IA sejam mensurados adequadamente, sendo o resultado final a caracterização do ambiente, considerada de forma proporcional ao tamanho deste compartimento em relação ao total de compartimentos. Exemplo: 90% dos compartimentos estão pontuando valor 5 e o restante pontua valor 2, o valor final considerado seria 90%*5 + 10%*2 resultando em um valor final de 4.7 para o IA.

IA1 - Vulnerabilidade Natural a Erosão

O IA1 estabelece valores para as macrounidades do mapa de Vulnerabilidade Natural à Erosão (Conforme MZEE-PA), onde a distribuição dos pesos foram gradativas conforme a vulnerabilidade da área. Com base neste critério foi elaborada a seguinte tabela de valores:

Valores IA1 Vulnerabilidade Natural a Erosão

Macro-unidades	Valor
Moderadamente Vulnerável	5
Mediamente Vulnerável/Estável	3
Moderadamente Estável	1

Para empreendimentos cuja extensão abranja mais de uma macro-unidade, será considerado o valor proporcional a cada uma. Assim, para ocorrência de diferentes graus de vulnerabilidade natural à erosão em um mesmo empreendimento, o IA1 será obtido como abaixo:

$$IA1 = (\% \text{ Moderadamente Vulnerável} \times 5 + \% \text{ Mediamente Vulnerável/Estável} \times 3 + \% \text{ Moderadamente Estável} \times 1) / 100$$

Como, por definição o IA1 deve ser um número inteiro, a expressão acima deve ser arredondada.

IA2 - Comprometimento da Paisagem

Expressa a estrutura da paisagem e o grau de comprometimento do funcionamento dos ecossistemas na região de implantação do empreendimento. Para avaliar o grau de comprometimento dos ecossistemas optou-se por utilizar a escala de criticidade elaborada pelo grupo de coordenadores e sistematizadores do Workshop de Áreas Prioritárias para Conservação da Zona Costeira (Porto Seguro, 1999). Trata-se de uma adaptação dos critérios utilizados por Dinerstein et al. (1995), baseados na estrutura da paisagem e no comprometimento do funcionamento dos ecossistemas. Três níveis de comprometimento são reconhecidos:

a) Pouco Comprometida - Paisagem quase totalmente íntegra; grandes blocos intactos com mínima influência do entorno; conexão garante dispersão de todas as espécies; populações