

Série
ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE

NOTA TÉCNICA DEA 21/10

Metodologia para avaliação da
**Sustentabilidade socioeconômica e
ambiental de UHE e LT**

Rio de Janeiro
Novembro de 2010



Ministério de
Minas e Energia



(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)



Governo Federal

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário Executivo

José Antonio Corrêa Coimbra

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Mauricio Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos

Amilcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Elson Ronaldo Nunes

Diretor de Gestão Corporativa

Ibanês César Cássel

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 - Brasília – DF

Escritório Central

Av. Rio Branco, n.º 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Série
**ESTUDOS DO
MEIO AMBIENTE**

NOTA TÉCNICA DEA 21/10
Metodologia para avaliação da
**Sustentabilidade socioeconômica
e ambiental de UHE e LT**

Coordenação Geral

Maurício Tiomno Tolmasquim
Amilcar Guerreiro

Coordenação Executiva

Flavia Pompeu Serran

Equipe Técnica

André Corrêa Almeida
César Maurício Batista Silva
Cristiane Moutinho Coelho
Elisângela Medeiros de Almeida
Federica Natasha G. A. dos S. Sodré
Hermani de Moraes Vieira
Kátia Gisele Matosinho
Luciana Alvares da Silva
Marcos Ribeiro Conde
Marcos Vinicius Amaral
Paula Cunha Coutinho
Robson de Oliveira Matos

Rio de Janeiro
Novembro de 2010

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

Série

ESTUDOS DO MEIO AMBIENTE**NOTA TÉCNICA DEA 21/10**
Metodologia para avaliação da
Sustentabilidade socioeconômica
e ambiental de UHE e LT**SUMÁRIO**

1	INTRODUÇÃO	5
2	ASPECTOS GERAIS DA METODOLOGIA	7
3	ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE USINAS HIDRELÉTRICAS	9
3.1	IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES	9
3.2	DIMENSÃO AMBIENTAL	10
3.2.1	Área alagada	10
3.2.2	Perda de vegetação	11
3.2.3	Trecho de rio alagado	12
3.2.4	Interferência em UC	13
3.2.5	Interferência em APCB	14
3.3	DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA	16
3.3.1	População afetada	16
3.3.2	Interferência em TI	17
3.3.3	Interferência em assentamentos do INCRA	18
3.3.4	Interferência na infraestrutura	19
3.3.5	Potencial de empregos para a população local	20
3.3.6	Interferência em áreas urbanas	21
3.3.7	Interferência na circulação e comunicação regional	22
3.3.8	Impacto temporário na arrecadação municipal	23
3.3.9	Impacto permanente na arrecadação municipal	25
3.3.10	Perda de área produtiva	27
3.4	DADOS BÁSICOS	28
4	ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE LINHAS DE TRANSMISSÃO	31
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES	31
4.2	DIMENSÃO AMBIENTAL	32
4.2.1	Extensão do corredor	32
4.2.2	Presença e/ou proximidade de UC	33

4.2.3	Presença e/ou proximidade de APCB	34
4.2.4	Presença de formações florestais	35
4.2.5	Presença de vegetação secundária	35
4.2.6	Presença de áreas de savana e/ou estepe	36
4.3	DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA	37
4.3.1	Presença de áreas de agropecuária e silvicultura	37
4.3.2	Presença e/ou proximidade de TI	37
4.3.3	Presença de assentamentos do INCRA	38
4.3.4	Presença de áreas urbanas	39
4.3.5	Empregos gerados	40
4.4	DADOS BÁSICOS	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6	BIBLIOGRAFIA	45

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1. Índice de sustentabilidade socioambiental	8
Tabela 1. Classificação dos índices de sustentabilidade	8
Tabela 2. Classes do indicador de área alagada	11
Tabela 3. Classes do indicador de perda de vegetação	12
Tabela 4. Classes do indicador de trecho de rio alagado	13
Tabela 5. Classes do indicador de interferência em UC	14
Tabela 6. Classes do indicador de interferência em APCB	15
Tabela 7. Classes do indicador de população afetada	17
Tabela 8. Classes do indicador de interferência em TI	18
Tabela 9. Classes do indicador de interferência em assentamentos do INCRA	19
Tabela 10. Classes do indicador de interferência na infraestrutura	20
Tabela 11. Classes do indicador potencial de empregos para a população local	21
Tabela 12. Classes do indicador interferência em áreas urbanas	21
Tabela 13. Classes do indicador interferência na circulação e comunicação regional	22
Tabela 14. Classes do indicador de impacto temporário na arrecadação municipal	24
Tabela 15. Classes do indicador de impacto permanente na arrecadação municipal	26
Tabela 16. Classes do indicador de perda de área produtiva	27
Tabela 17. Classes do indicador extensão de corredor	33
Tabela 18. Classes do indicador presença e/ou proximidade de UC	34
Tabela 19. Classes do indicador presença e/ou proximidade de APCB	34
Tabela 21. Classes do indicador presença de vegetação secundária	36
Tabela 22. Classes do indicador presença de áreas de savana e/ou estepe	36
Tabela 23. Classes do indicador presença de áreas de agropecuária e silvicultura	37
Tabela 24. Classes do indicador presença e/ou proximidade de TI	38
Tabela 25. Classes do indicador presença de assentamentos do INCRA	39
Tabela 26. Classes do indicador presença de áreas urbanas	39
Tabela 27. Classes do indicador empregos gerados	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAI	Avaliação(ões) Ambiental(is) Integrada(s)
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APCB	Área(s) Prioritária(s) para a Conservação da Biodiversidade
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CC-PR	Casa Civil da Presidência da República
EIA	Estudo(s) de Impacto Ambiental
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EVTE	Estudo(s) de Viabilidade Técnico-Econômica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM-Bio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISS	Imposto Sobre Serviços
ISUH	Índice(s) de Sustentabilidade de Usinas Hidroelétricas
ISUT	Índice(s) de Sustentabilidade de Linhas de Transmissão
LT	Linha(s) de Transmissão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
N.A.	Nível d'água [de um reservatório]
OEMA	Órgão(os) Estadual(is) de Meio Ambiente
OPE	Orçamento Padrão Eletrobrás
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PNAP	Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PEA	População Economicamente Ativa
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRONABIO	Programa Nacional da Biodiversidade Biológica
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SISA	Sistema de Informações Socioambientais
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
STJ	Superior Tribunal de Justiça
TI	Terra(s) Indígena(s)
UC	Unidade(s) de Conservação
UHE	Usina(s) Hidroelétrica(s)

1 INTRODUÇÃO

Uma das inovações incorporadas ao PDE, desde o PDE 2019, se refere à análise socioambiental de empreendimentos da expansão da oferta de energia elétrica, particularmente as UHE e as LT. Trata-se da introdução do conceito de sustentabilidade na avaliação desses empreendimentos, em um movimento na direção de incorporar as contribuições que, dentro do processo sistemático de continuado aperfeiçoamento do ciclo de planejamento da expansão do setor energético brasileiro, a EPE recebeu relativamente às edições anteriores do PDE. Para tanto, foram desenvolvidos *Índices de Sustentabilidade*, avaliados a partir das interações dos empreendimentos com o meio natural (físico-biótico) e o meio socioeconômico.

Nos ciclos de estudos anteriores ao PDE 2019 observaram-se, com frequência, questionamentos sobre a metodologia então aplicada na avaliação socioambiental de UHE e LT. Destacam-se, em particular, as críticas e sugestões colhidas nos debates que se seguiram à publicação do PDE 2008-2017 (EPE, 2008), realizado por meio da consulta pública conduzida pelo MME e de reuniões, workshops e outros fóruns de discussão promovidos por instituições públicas e privadas, inclusive o Ministério Público Federal, e que envolveram não só agentes do setor elétrico, mas também representantes da sociedade civil. Dentre as críticas relacionadas à metodologia de avaliação socioambiental de UHE e LT, alinham-se: (a) não explicitação da abordagem do paradigma do desenvolvimento sustentável; (b) não incorporação dos impactos positivos dos empreendimentos (a metodologia restringia a análise ao exame dos impactos negativos) e (c) utilização, sem maiores críticas ou ponderações, das informações fornecidas pelos agentes responsáveis pelos empreendimentos ou pelos estudos de sua implantação.

Essa situação motivou um processo de discussão interno à EPE que culminou com o aperfeiçoamento metodológico introduzido no PDE 2019 e aperfeiçoado na edição seguinte do plano (PDE 2020). Assim, foram formulados o Índice de Sustentabilidade de Usinas Hidrelétricas, ISUH, e o Índice de Sustentabilidade de Linhas de Transmissão, ISUT, em cuja quantificação são identificados e avaliados os impactos positivos e negativos provocados pela implantação de UHE e LT. Essa avaliação se fez em ambas as dimensões que compõem o desenvolvimento sustentável, quais sejam a dimensão ambiental (meios físico e biótico) e a dimensão socioeconômica.

Mas, a melhor metodologia de avaliação pode restar prejudicada se forem precários os dados básicos utilizados ou se a qualidade dos mesmos for discutível ou questionável. Com esta preocupação e, tendo em vista as contribuições apresentadas nos debates já referidos acima, a EPE desenvolveu e implantou, em junho de 2009, o Sistema de Informações Socioambientais

(SISA). Em sua primeira etapa, o sistema abrange as UHEs. Em um segundo momento sua abrangência se estenderá e incluirá também as LT.

O sistema é primariamente alimentado com informações prestadas pelos agentes empreendedores, isto é, os responsáveis pela implantação ou pelos estudos do projeto. Essas informações se referem às características técnicas e às interferências socioambientais do projeto, além do andamento dos respectivos EIA e EVTE. Todas essas informações são confrontadas e/ou complementadas com outras obtidas junto a fontes oficiais, como a CC-PR, MME, MMA, ANEEL, ANA, IBAMA, ICM-Bio, IBGE, IPEA, OEMA e outras. O banco de dados do SISA é atualizado periódica e regularmente. Em complemento, ainda são utilizadas informações do SIG da EPE.

Com o aprimoramento metodológico e a sistematização das informações básicas, a EPE pretendeu avançar na avaliação socioambiental de empreendimentos do PDE, incorporando as contribuições que vem recebendo ao longo dos ciclos de estudos do planejamento energético. A presente nota técnica documenta este esforço. Entende-se que ela própria está sujeita ao mesmo processo continuado de críticas e aperfeiçoamento, até porque não se pretende com sua edição ter esgotado as discussões sobre tema tão complexo e multidisciplinar.

Assim sendo, neste documento apresentam-se a metodologia desenvolvida para a construção do ISUH e do ISUT aplicados nos estudos dos planos decenais de expansão desde o PDE 2019. Além desta introdução, compõem esta nota técnica mais quatro itens, a saber: (a) aspectos metodológicos da formulação dos índices de sustentabilidade; (b) definição do índice de sustentabilidade de usinas hidrelétricas; (c) definição do índice de sustentabilidade de linhas de transmissão; e (d) considerações finais.

2 ASPECTOS GERAIS DA METODOLOGIA

Do modo como formulado neste trabalho, o propósito dos índices de sustentabilidade é permitir a avaliação socioambiental de UHE e LT considerando os potenciais impactos positivos e negativos provocados pelo empreendimento em análise, assim como critérios de sustentabilidade.

De forma a construir os índices de sustentabilidade de UHE e LT procedeu-se, inicialmente, a uma revisão bibliográfica relacionada ao tema desenvolvimento sustentável, destacando-se as publicações do IBGE (2008), da OECD (1997 e 2003) e da EPE (2005), que abordam critérios e propostas para formulação de índices de sustentabilidade¹.

A partir de critérios de sustentabilidade de ampla aceitação e considerando que os indicadores deveriam necessariamente compreender a avaliação tanto dos impactos positivos quanto dos impactos negativos provocados por um empreendimento, foi então definida uma lista preliminar de indicadores para compor o índice de sustentabilidade. Essa lista foi reduzida em razão da disponibilidade da informação e da qualidade (precisão) dos dados, uma vez que essas condições variam muito em função do estágio do projeto². Os indicadores que superaram esse crivo foram agrupados em duas dimensões: ambiental e socioeconômica. Para cada um dos indicadores foi definida uma metodologia de quantificação e foram identificados os dados que necessitariam ser apurados. Na medida do possível, procurou-se definir critérios objetivos para a quantificação dos indicadores.

Uma vez apurado, cada indicador foi submetido a uma métrica simples, pela qual lhe é atribuída uma classificação. Foram consideradas cinco classes, desde "muito baixa" até "muito alta", passando por três níveis intermediários: "baixa", "média" e "alta". A gradação dos intervalos que pode assumir o indicador entre esses valores extremos foi estabelecida tendo em conta a legislação em vigor, onde coube, referências bibliográficas e a experiência dos analistas. Por construção, o índice de sustentabilidade de um empreendimento assume valores entre 0 e 1, sendo que o extremo "0" significa "muito baixa sustentabilidade" e, em oposição, a avaliação "1" significa "muito alta sustentabilidade". Neste trabalho, foi estabelecida a gradação apresentada na Tabela 1.

¹ No caso de LT, foram considerados como referência, ainda, os estudos socioambientais da etapa de planejamento, em especial os estudos de viabilidade técnica, econômica e socioambiental, conhecidos como "Relatório R1", realizados pela EPE e por outras empresas do setor elétrico desde 2005.

² Isso é especialmente relevante no caso de UHE. De fato, a expansão da oferta de energia, na forma como analisada no PDE, constitui um estudo compreensivo que abrange um horizonte temporal de 10 anos. Nesse horizonte, os empreendimentos hidrelétricos encontram-se em diferentes estágios de investigação, a saber: inventário hidroelétrico, viabilidade técnico-econômica e ambiental, projeto básico e projeto executivo (construção). Naturalmente, a qualidade das informações técnicas e socioambientais sobre os empreendimentos (dado primário ou secundário, estimativa, inferência, etc.), e até mesmo a própria existência da informação, depende do estágio de investigação em que o mesmo se encontra.

Tabela 1. Classificação dos índices de sustentabilidade

Índice	Classificação
$i \leq 0,2$	Muito Baixa
$0,2 < i \leq 0,4$	Baixa
$0,4 < i \leq 0,6$	Média
$0,6 < i \leq 0,8$	Alta
$0,8 < i \leq 1,0$	Muito Alta

Pode-se, então, calcular o Índice Ambiental (IA) do empreendimento, que corresponderá à média simples dos valores atribuídos, segundo a métrica acima descrita, aos indicadores classificados na dimensão ambiental. Da mesma forma, a média simples dos valores atribuídos aos indicadores relacionados na dimensão socioeconômica determinará o Índice Socioeconômico (ISE).

A combinação das avaliações em ambas as dimensões caracterizará a sustentabilidade do empreendimento. Colocados em um mesmo diagrama, os indicadores ambientais e os indicadores socioeconômicos definem um plano que pode ser dividido em cinco regiões, cada uma delas indicando o grau de sustentabilidade do empreendimento. Assim, um projeto será considerado de "muito alta sustentabilidade" quando seus índices ambientais e socioeconômicos forem ambos superiores a 0,8. No outro extremo da escala, será considerado de "muito baixa sustentabilidade" quando seus indicadores forem inferiores a 0,2 nas duas dimensões. O Gráfico 1 ilustra e esclarece o exposto. O índice de sustentabilidade (ISUH ou ISUT) do empreendimento é obtido pela média simples entre IA e ISE.

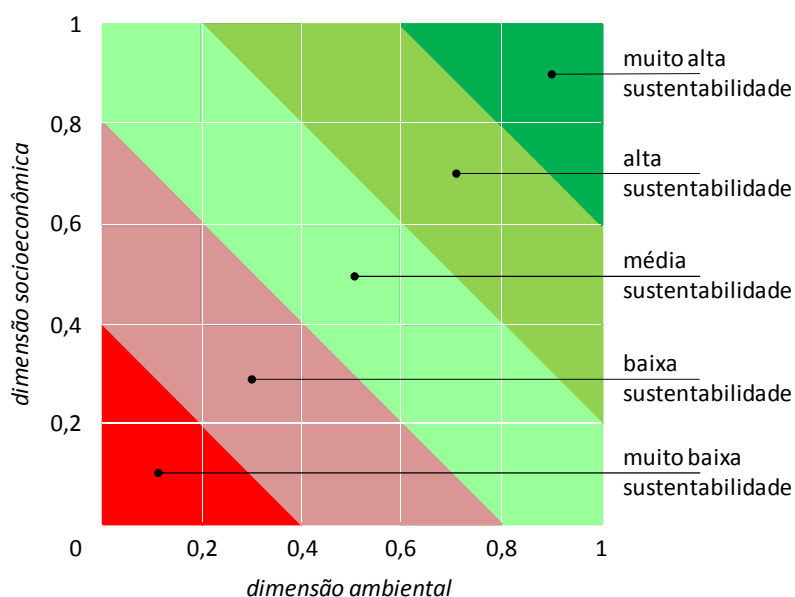


Gráfico 1. Índice de sustentabilidade

3 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE USINAS HIDRELÉTRICAS

3.1 Identificação dos indicadores

Para efeito da composição do ISUH, foram definidos 15 indicadores distribuídos cinco deles na dimensão ambiental e 10 na dimensão socioeconômica.

A dimensão ambiental engloba os meios físico e biótico das áreas de influência direta de um empreendimento. Os cinco indicadores selecionados foram:

- (a) Área alagada;
- (b) Perda de vegetação;
- (c) Trecho de rio alagado;
- (d) Interferência em UC;
- (e) Interferência em APCB.

Não há dúvida que todos os cinco indicadores relacionados são relevantes assim como não há dúvida que eles tampouco esgotam a avaliação de uma UHE, no que se refere à dimensão ambiental de seus impactos. Conforme já salientado, a seleção dos indicadores não se prendeu apenas à sua relevância, mas considerou também a existência de dados e a qualidade das informações disponíveis para tornar possível uma avaliação criteriosa e consistente.

A dimensão socioeconômica engloba os aspectos relativos à população afetada e às interferências do empreendimento na infraestrutura e, também, os aspectos econômicos de sua área de influência direta. Nessa dimensão, a quantidade de dados qualificados disponíveis é maior, o que explica o número de 10 indicadores selecionados. Além disso, nela podem ser percebidos impactos positivos com a implantação do empreendimento, tais como potencial de criação de empregos para a população local, aumento das receitas municipais, etc. Os indicadores na dimensão socioeconômica selecionados foram:

- (a) População afetada;
- (b) Interferência em TI;
- (c) Interferência em assentamentos do INCRA;
- (d) Interferência na infraestrutura;
- (e) Potencial de empregos para a população local;

- (f) Interferência em áreas urbanas;
- (g) Interferência na circulação e comunicação regional;
- (h) Impacto temporário na arrecadação municipal;
- (i) Impacto permanente na arrecadação municipal;
- (j) Perda de área produtiva.

3.2 Dimensão Ambiental

3.2.1 Área alagada

A formação de um reservatório implica necessariamente na inundação de áreas do rio e de seu entorno. As dimensões das áreas alagadas por reservatórios de empreendimentos hidrelétricos variam muito, dependendo das características físicas do rio e de seu entorno, do regime de operação do reservatório e de outros elementos de projeto.

Decorre da formação do reservatório a maioria das alterações associadas aos meios físico, biótico e socioeconômico. Podem ser citadas, como exemplo, a perda de vegetação na área do reservatório, acessos e áreas de apoio às obras e da fauna a ela associada, a alteração da qualidade da água em função do alagamento da vegetação marginal e a desapropriação de áreas urbanas e rurais. Por outro lado, há o benefício da geração de energia.

Considerando o exposto, definiu-se como indicador da área alagada a relação entre a área assim atingida pelo reservatório, expressa em km², e a potência instalada, em MW. O objetivo é relacionar os efeitos negativos decorrentes da formação do reservatório com os benefícios da geração de energia.

Assim definido, o cálculo deste indicador se dá pela divisão da área alagada no N.A. máximo normal pela potência instalada. Analiticamente, tem-se:

$$I = \frac{\textit{área alagada}}{\textit{potência instalada}} \left(\frac{\textit{km}^2}{\textit{MW}} \right)$$

O valor encontrado deve ser situado nas classes estabelecidas para este indicador. Essas classes foram definidas a partir do benefício da geração de energia face ao impacto do alagamento de áreas, tendo em conta o valor médio das áreas alagadas por reservatórios de usinas hidrelétricas em operação no país.

Na definição do limite da classe "alta", tomou-se como parâmetros o índice médio de alagamento, por unidade de potência instalada, que apresentam os reservatórios das usinas em

operação no país, qual seja 0,50 km²/MW. Na definição da classe “média” admitiu-se como valor limite índices de alagamento até 50% maiores do que o índice médio das UHEs em operação no Brasil, qual seja 0,75km²/MW. O limite da classe “baixa” foi definido para índices de alagamento iguais a 1, o dobro na média nacional. A classe “muito baixa” engloba os empreendimentos com índices maiores que 1. A Tabela 2 apresenta os valores limites das classes do indicador de área alagada.

Tabela 2. Classes do indicador de área alagada

<i>valores em km²/MW</i>	
Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \leq 0,25$
Alta	$0,25 < i \leq 0,50$
Média	$0,50 < i \leq 0,75$
Baixa	$0,75 < i \leq 1,0$
Muito Baixa	$i > 1,0$

3.2.2 Perda de vegetação

O indicador de perda de vegetação tem por objetivo mensurar os efeitos negativos decorrentes da inundação de formações vegetais. Alguns exemplos desses efeitos negativos são a perda de *habitats* e de recursos alimentares para a fauna e o aumento das emissões de gases de efeito estufa pela inundação de biomassa. Quantitativamente, considerou-se para este indicador a soma das áreas de formações vegetais primárias e secundárias atingidas pelo empreendimento, normalmente expressa em km², seja na formação do reservatório, seja na instalação de benfeitorias e outras ações com vistas à implantação e operação da usina.

As classes do indicador de perda de vegetação foram definidas em função da área mínima necessária à manutenção de uma população viável de mamíferos terrestres de médio e grande porte. Sendo assim, para áreas atingidas superiores a 400 km² definiu-se que o empreendimento se enquadra na classe “muito baixa” com relação a este indicador na medida em que, nessa situação, estaria comprometida a viabilidade das populações de ungulados herbívoros com ampla distribuição geográfica (anta, queixada e veado mateiro), que necessitam de uma área média de 448,2 km² (REDFORD & ROBINSON, 1991). No outro extremo, áreas atingidas inferiores a 5 km² não representariam impactos significativos à sobrevivência das populações da maioria dos vertebrados terrestres, sendo os empreendimentos, nesse caso, considerados de classe “muito alta”. A Tabela 3 apresenta os valores limites das classes do indicador de perda de vegetação.

Tabela 3. Classes do indicador de perda de vegetação

valores em km²

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \leq 5$
Alta	$5 < i \leq 25$
Média	$25 < i \leq 100$
Baixa	$100 < i \leq 400$
Muito Baixa	$i > 400$

3.2.3 Trecho de rio alagado

O objetivo do indicador de trecho de rio alagado é mensurar os efeitos negativos da alteração da dinâmica hidráulica do rio em decorrência da formação do reservatório. O barramento de um rio para a formação do reservatório pode ter como efeitos a alteração da dinâmica hidráulica e outros daí decorrentes, como alteração do regime hídrico, de lótico para lântico, alteração da qualidade da água, a perda de *habitats* para a fauna pelo alagamento de lagoas marginais e corredeiras e o conflito de usos múltiplos. Quantitativamente, este indicador corresponde à extensão do trecho alagado no rio principal e em seus afluentes pela formação do reservatório, extensão essa normalmente expressa em km.

As classes do indicador de trecho de rio alagado foram definidas com base nos critérios de avaliação utilizados nos estudos da EPE e aplicados no PDE 2008-2017 (EPE, 2008), que consideram, entre outros fatores, que o efeito negativo da formação do reservatório é tão maior quanto maior for o trecho de rio alagado. Arbitrou-se que trechos alagados com extensão de até 20 km caracterizariam que o reservatório seria da classe “muito alta” com relação ao aspecto que este indicador pretende medir. Em oposição, projetos hidrelétricos cujo alagamento ocorra em uma extensão superior a 200 km, portanto 10 vezes maior, seriam enquadrados na classe “muito baixa”. A Tabela 4 apresenta os valores limites das classes do indicador de trecho alagado de rio.

Tabela 4. Classes do indicador de trecho de rio alagado

Valores em km

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \leq 20$
Alta	$20 < i \leq 50$
Média	$50 < i \leq 100$
Baixa	$100 < i \leq 200$
Muito Baixa	$i > 200$

3.2.4 Interferência em UC

O objetivo desse indicador é avaliar a interferência de uma UHE em UC. A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o SNUC, define UC como sendo o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

Na forma da lei, as UC podem ser reunidas em dois grupos: unidades de proteção integral, cujo objetivo é a preservação da natureza e onde se admite apenas o uso indireto dos recursos naturais, e unidades de uso sustentável, cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos recursos naturais nelas existentes³. Qualquer UC deve dispor de plano de manejo que necessariamente abrangerá, além de sua área, a respectiva zona de amortecimento⁴, sendo proibidas quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com seus objetivos, seu plano de manejo e seus regulamentos. A desafetação ou a alteração que envolva redução dos limites de uma UC só pode ser feita mediante lei específica.

³ São unidades de proteção integral: estações ecológicas, reservas biológicas, parques nacionais, monumentos naturais e refúgios de vida silvestre. Constituem unidades de uso sustentável: áreas de proteção ambiental, áreas de relevante interesse ecológico, florestas nacionais, reservas extrativistas, reservas de fauna, reservas de desenvolvimentos sustentável e reservas particulares do patrimônio natural. A Lei nº 9.985 conceitua e caracteriza cada um desses tipos de unidades de conservação.

⁴ De acordo com a lei, zona de amortecimento é “o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. Além da zona de amortecimento de uma UC, a lei se refere ainda a corredores ecológicos que são “porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”.

Nesse contexto, a interferência de um empreendimento hidrelétrico em uma UC pode constituir impacto relevante, dependendo do tipo da UC afetada e da distância entre ambos. Assim sendo, a avaliação desse indicador foi feita considerando o tipo de UC afetada e a situação de proximidade do empreendimento com relação à UC, admitindo-se a distância de até 10 km, que caracteriza as zonas de amortecimento, como parâmetro indicador dessa proximidade. Em termos práticos, a utilização do SIG permitiu obter essas informações com boa precisão.

Nessas condições, empreendimentos que atingem diretamente uma UC de proteção integral foram agrupados na classe “muito baixa” e os que afetam uma UC de uso sustentável na classe “baixa”. A Tabela 5 apresenta os valores limites das classes do indicador de interferência em UC.

Tabela 5. Classes do indicador de interferência em UC

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	UHE não interfere em UC (distância superior a 10 km)
Alta	UHE localizada até 10 km de UC de uso sustentável
Média	UHE localizada até 10 km de UC de proteção integral
Baixa	UHE afeta UC de uso sustentável
Muito Baixa	UHE afeta UC de proteção integral

3.2.5 Interferência em APCB

O indicador de interferência em APCB tem por objetivo mensurar os efeitos negativos da implantação de empreendimentos hidrelétricos que interfiram com essas áreas. Uma APCB é, potencialmente, uma área para futura constituição de uma UC.

Como signatário da CDB⁵, o Brasil tem criado instrumentos que possam viabilizar o cumprimento dos compromissos assumidos na Convenção. Um desses instrumentos é o PROBIO, componente executivo do PRONABIO, que tem como objetivo principal apoiar iniciativas que ofereçam informações e subsídios básicos sobre a biodiversidade brasileira. No

⁵ A Convenção sobre Diversidade Biológica (*Convention on Biological Diversity*) é um dos principais resultados da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992. A CDB já foi ratificada por 188 países, entre os quais o Brasil. Entrou em vigor no país por meio do Decreto Legislativo nº 02, de 3 de fevereiro de 1994. A Convenção estabelece normas e princípios que os países signatários se comprometem a aplicar no uso e a proteção da diversidade biológica. O objetivo é assegurar a conservação da biodiversidade, o seu uso sustentável e ainda a justa repartição dos benefícios provenientes do uso econômico dos recursos genéticos.

âmbito deste projeto foram identificadas APCBs nos diversos biomas brasileiros⁶. Assim, dependendo da classificação da importância biológica atribuída à APCB, este tipo de interferência pode ser tido como um impacto relevante provocado por um empreendimento hidrelétrico.

A avaliação desse indicador foi feita considerando a classificação atribuída à APCB afetada⁷ e a situação de proximidade do empreendimento com relação à APCB, admitindo-se, a exemplo do critério adotado no caso de UC, a distância de até 10 km como parâmetro indicador dessa proximidade. Como no caso anterior, a utilização do SIG permitiu, em termos práticos, obter essas informações com boa precisão.

Nessas condições, empreendimentos localizados dentro dos limites de uma APCB foram considerados como interferindo diretamente na área e, de acordo com o tipo da APCB, foram enquadrados nas classes “média”, “baixa” ou “muito baixa”. Aos empreendimentos localizados a uma distância de até 10 km de uma APCB foi atribuída a classe “alta” e aos que não interferem com APCB, a classe “muito alta” no que diz respeito a este indicador. A Tabela 6 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador de interferência com APCB.

Tabela 6. Classes do indicador de interferência em APCB

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	UHE não interfere em APCB (situa-se a uma distância superior a 10km de uma APCB)
Alta	UHE localizada a uma distância de até 10km de APCB
Média	UHE afeta APCB de alta importância biológica ou insuficientemente conhecida
Baixa	UHE afeta APCB de muito alta importância biológica
Muito Baixa	UHE afeta APCB de extremamente alta importância biológica

⁶ O decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004, definiu regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Uma vez identificadas, essas áreas são classificadas segundo sua importância biológica e priorização de ação para efeito da formulação e implementação de políticas públicas, programas, projetos e atividades sob a responsabilidade do Governo Federal, visando a conservação *in situ* da biodiversidade, a utilização sustentável de componentes da biodiversidade a repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado, a pesquisa e inventários sobre a biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e de espécies sobre-exploradas ou ameaçadas de extinção e a valorização econômica da biodiversidade. A última atualização da lista de APCB é a referida no parágrafo 2º da Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007.

⁷ Conforme a legislação, as APCB são classificadas de acordo com a sua importância biológica em (a) extremamente alta; (b) muito alta (c) alta e (d) insuficientemente conhecida. Apenas para efeito da construção metodológica aqui desenvolvida, as APCB classificadas como “insuficientemente conhecidas” foram agrupadas às de “alta importância”.

3.3 Dimensão Socioeconômica

3.3.1 População afetada

O indicador de população afetada tem por objetivo mensurar o impacto provocado pela remoção e reassentamento de pessoas em áreas urbanas e rurais.

O impacto de reservatórios de usinas hidrelétricas nas populações urbana e rural pode ser associado principalmente às modificações nas relações de vizinhança e nos modos de vida da população afetada, muito em função das desapropriações e realocações que a implantação da UHE impõe. Com efeito, na área afetada pelo empreendimento podem estar localizados imóveis urbanos, cemitérios, igrejas e outros templos religiosos, comércios diversos e terras produtivas de pequenos, médios e grandes agricultores.

Apesar de todo o esforço para garantir à população afetada um padrão de vida igual ou melhor do que o existente antes da implantação do empreendimento, mantendo, sempre que possível, as relações sociais e, incluindo, no caso da população rural, a aquisição de áreas com características semelhantes às das antigas propriedades, além da indenização pelas benfeitorias existentes, a mitigação dos impactos não é completa. A solução será, naturalmente, tão mais complexa quanto maior for a população atingida, não importando necessariamente se situadas em áreas urbanas ou rurais. Nessas condições, a quantificação deste indicador se baseou na população total afetada (soma das populações urbanas e rurais afetadas) pela formação do reservatório.

As classes do indicador de população afetada foram definidas tendo como referência a média estimada da população afetada pelas UHE em operação no país. Assim, um empreendimento hidrelétrico é classificado na classe “muito alta” quando a população afetada é, inferior a 500 pessoas (ou 125 famílias)⁸. No outro extremo, considerou-se que, quanto a este aspecto, uma UHE seria classificada como “muito baixa” no caso de atingir mais de 5 mil pessoas (1.250 famílias). A Tabela 7 apresenta os valores limites das classes do indicador de população afetada.

⁸ Arbitrou-se que uma família atingida teria tipicamente 4 componentes.

Tabela 7. Classes do indicador de população afetada

Número de pessoas	
Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \leq 500$
Alta	$500 < i \leq 1.000$
Média	$1.000 < i \leq 2.500$
Baixa	$2.500 < i \leq 5.000$
Muito Baixa	$i > 5.000$

3.3.2 Interferência em TI

O indicador de interferência em TI tem por objetivo considerar os impactos sobre TI decorrentes da implantação de empreendimentos hidrelétricos que interfiram com essas áreas.

A Constituição Federal apresenta o conceito de terras tradicionalmente ocupadas pelos índios definindo-as como sendo aquelas "por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários ao seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições" (art. 231, § 1º). Ainda de acordo com a Constituição, essas terras "são bens da União" (art. 20, inciso XI) e são "inalienáveis e indisponíveis e os direitos sobre elas imprescritíveis" (art. 231, §4º). Pode-se entender que as disposições constitucionais reconhecem que "para os povos indígenas, a terra é muito mais do que simples meio de subsistência. Ela representa o suporte da vida social e está diretamente ligada ao sistema de crenças e conhecimento. Não é apenas um recurso natural - e tão importante quanto este - é um recurso sociocultural" (FUNAI, 2009 *apud* RAMOS, 1995). Por essa razão, as interferências de UHE, ou empreendimentos de qualquer natureza, em TI, demandam estudos antropológicos específicos para determinar os impactos sobre esses povos.

A interferência em uma TI pode ser direta, situação em que parcela da TI é atingida pelo empreendimento, ou indireta, quando, apesar de nenhuma parte da TI ser atingida diretamente, os efeitos da implantação do empreendimento poderão ser sentidos na TI. Quanto a este indicador, considerou-se a classe, diretamente relacionada ao grau de interferência na TI, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Classes do indicador de interferência em TI

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	não afeta TI (distância superior a 10km)
Alta	afeta indiretamente TI e se situa a 10km ou mais da mesma
Média	afeta indiretamente TI e se situa a menos de 10km da mesma
Baixa	afeta diretamente e a área atingida é igual ou inferior a 20% da área total da TI afetada
Muito Baixa	afeta diretamente a aldeia ou a área atingida é superior a 20% da área total da TI afetada

3.3.3 Interferência em assentamentos do INCRA

O indicador de interferência em assentamentos do INCRA tem por objetivo mensurar os impactos da implantação de empreendimentos hidrelétricos em áreas constituídas com o objetivo de implementar a política de reforma agrária.

Em consonância com a Constituição Federal, o país tem criado instrumentos para atingir os objetivos da reforma agrária de interesse social e realizar o ordenamento fundiário nacional, na busca do desenvolvimento rural sustentável. Assim, em áreas rurais desapropriadas para fins de reforma agrária, o INCRA tem promovido o assentamento de famílias para que estas possam prover sua subsistência através da atividade agrícola.⁹

Para efeito da avaliação ambiental, considerou-se apenas a área alagada do empreendimento com o assentamento, admitindo que quanto maior a área de assentamento afetada menor seria a classificação do projeto quanto a esse indicador. Analiticamente, apura-se o indicador pela expressão:

$$I = \frac{\text{área alagada do assentamento}}{\text{área total do assentamento}}$$

⁹ O termo assentamento rural, criado no âmbito das políticas públicas para nomear um determinado tipo de intervenção fundiária, unifica e, muitas vezes, encobre uma extensa gama de ações, tais como compra de terras, desapropriação de imóveis rurais ou mesmo utilização de terras públicas (Leite e Medeiros, 2004). Embora não constituam áreas legalmente protegidas, os assentamentos englobam áreas de preservação permanente e reservas legais, e essas, por sua vez, além de protegidas, são elementos indispensáveis ao planejamento da paisagem, no âmbito de uma abordagem ecossistêmica, com a função estratégica de conectividade entre outras áreas protegidas e fragmentos naturais (MMA: PNAP, 2006).

Tabela 9. Classes do indicador de interferência em assentamentos do INCRA

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	Não afeta assentamento do INCRA
Alta	Afeta menos de 10% da área total do assentamento do INCRA
Média	Afeta entre 10 e 30% da área total do assentamento do INCRA
Baixa	Afeta entre 30 e 50% da área total do assentamento do INCRA
Muito Baixa	Afeta mais de 50% do assentamento do INCRA

3.3.4 Interferência na infraestrutura

O indicador de interferência na infraestrutura tem por objetivo avaliar o efeito negativo da afluência de contingentes populacionais que uma obra de grande porte geralmente provoca, e que resulta em pressão sobre a infraestrutura local, notadamente nos setores de habitação, saúde, educação e saneamento básico.

O afluxo de pessoas à região de implantação de uma UHE é motivado principalmente pela criação de empregos e pela conseqüente dinamização da economia local. Além disso, é comum que a mão de obra mais especializada demandada na construção de hidrelétricas venha de outras regiões, não raro acompanhada de familiares e agregados, o que contribui para o aumento da pressão demográfica nos municípios onde se concentra o apoio logístico às obras e, ocasionalmente, em municípios vizinhos.

Assim sendo, como indicador de interferência na infraestrutura, considerou-se a relação entre a população atraída e a população residente no(s) município(s) de apoio às obras. Como estimativa da população atraída considerou-se o número de empregos diretos gerados multiplicado por um fator de conversão k . Ao fator k foi atribuído o valor 3. Esse valor procura refletir alguns fatores, como o número médio de pessoas em uma família. Analiticamente, a expressão do indicador é escrita como sendo:

$$i = \frac{k \times \text{número de empregos gerados}}{\text{população do(s) município(s) de apoio}}$$

Admite-se que quanto maior a relação calculada, ou seja, quanto maior o indicador, menor será a classificação do empreendimento, com relação ao aspecto avaliado. Considerou-se que uma UHE será classificada como “muito alta” se apresentar $i \leq 0,05$ (5% da população do(s) município(s) de apoio às obras) e, no extremo oposto, “muito baixa” se apresentar $i > 0,50$. A Tabela 10 discrimina a graduação estabelecida para aplicação deste indicador.

Tabela 10. Classes do indicador de interferência na infraestrutura

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \leq 0,05$
Alta	$0,05 < i \leq 0,10$
Média	$0,10 < i \leq 0,20$
Baixa	$0,20 < i \leq 0,50$
Muito Baixa	$i > 0,50$

3.3.5 Potencial de empregos para a população local

O indicador potencial de empregos para a população local tem por objetivo avaliar a situação de emprego dos municípios da área de influência de uma UHE.

Em termos objetivos, este indicador foi avaliado pela razão entre a população desocupada e a PEA, tendo como referência espacial os municípios atingidos diretamente pelo empreendimento (municípios que possuem área alagada pelo reservatório da usina). Analiticamente, tem-se a expressão:

$$i = \frac{\sum \text{população desocupada}}{\sum PEA}$$

A PEA define o potencial com que o setor produtivo pode contar, isto é, a mão de obra em idade ativa, compreendendo tanto as pessoas ocupadas quanto as desocupadas dos municípios atingidos. Nos termos de como considera o IPEA, população ocupada compreende o contingente de pessoas que tinha algum trabalho, num determinado período de referência (pesquisa), podendo ser empregados, cumprindo uma jornada de trabalho e recebendo como contrapartida remuneração em dinheiro ou outra forma de pagamento (moradia, alimentação, vestuário, etc.), autônomos, empregadores e profissionais não remunerados, e população desocupada abrange as pessoas que não tinham trabalho no mesmo período de referência, mas estavam dispostas a trabalhar e que, para isso, tomaram alguma providência efetiva (consultando pessoas, jornais, etc.).

Ao contrário do indicador de interferência em infraestrutura, o indicador de potencial de empregos para a população local indicará uma classe mais alta quanto maior o valor que assumir. A classificação "muito alta" foi atribuída a empreendimentos nos quais este indicador assumisse valores iguais ou superiores a 0,2, ou seja, onde a taxa de desocupação fosse igual ou maior do que 20%. Nessa situação, o empreendimento provocaria aumento da taxa de emprego nos municípios por ele atingidos. Em oposição, uma UHE seria classificada com "muito baixa" quando a taxa de desocupação local fosse inferior a 5%. A Tabela 11 apresenta a

gradação estabelecida para efeito da avaliação deste indicador.

Tabela 11. Classes do indicador potencial de empregos para a população local

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \geq 0,20$
Alta	$0,15 \leq i < 0,20$
Média	$0,10 \leq i < 0,15$
Baixa	$0,05 \leq i < 0,10$
Muito Baixa	$i < 0,05$

3.3.6 Interferência em áreas urbanas

O indicador de interferência em áreas urbanas tem por objetivo mensurar o impacto dos empreendimentos hidrelétricos sobre núcleos urbanos.

A interferência de uma UHE em áreas urbanas tende a ser vista como negativa. Contudo, parece razoável considerar que essa interferência pode assumir dimensões ou importâncias diferenciadas, dependendo do comprometimento de serviços sociais e da capacidade do núcleo urbano atingido de ofertar bens e serviços para a comunidade local e seu entorno. Por serviços, entende-se: equipamentos urbanos, comércio, serviços bancários, serviços educacionais, serviços de saúde, etc. A capacidade de ofertar bens e serviços do núcleo urbano define sua importância como polo local. Naturalmente, quanto menor for a interferência e quanto menor for a importância socioeconômica do núcleo urbano atingido, maior será a classificação do empreendimento na métrica deste indicador. A Tabela 12 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador interferência em áreas urbanas.

Tabela 12. Classes do indicador interferência em áreas urbanas

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	Não interfere em núcleo(s) urbano(s)
Alta	Interfere em núcleo urbano, mas não compromete serviços essenciais
Média	Interfere e compromete serviços essenciais em núcleos urbanos com baixa capacidade de oferecimento de bens e serviços
Baixa	Interfere e compromete serviços essenciais em núcleos urbanos com média capacidade de oferecimento de bens e serviços
Muito Baixa	Interfere e compromete serviços essenciais em núcleos urbanos com alta capacidade de oferecimento de bens e serviços

3.3.7 Interferência na circulação e comunicação regional

As redes de circulação e comunicação locais e regionais compreendem principalmente as vias utilizadas pela população da área de influência do empreendimento no exercício de suas relações sociais, quais sejam as relações de vizinhança e convivência ou as relações comerciais e de negócios. Constituem essas redes: trilhas, rios e outras rotas fluviais e aquáticas, caminhos, estradas vicinais ou de categoria superior, rotas de transporte de passageiros e de carga, entre outras. O objetivo desse indicador é medir o impacto da implantação de uma UHE nessas redes.

Como parâmetros principais da avaliação dessa interferência foram consideradas a temporalidade e a espacialidade do impacto. Do ponto de vista temporal, a interferência pode ser temporária ou definitiva, sendo que a segunda caracteriza uma classificação mais baixa. Do ponto de vista espacial, a interferência pode se dar em nível local ou regional. Além disso, outros aspectos considerados são: (a) se a interferência altera as formas de organização do território, com possíveis reflexos no rearranjo da hierarquia do território; (b) se a população atingida se vê impossibilitada de exercer suas relações sociais pela extinção dos caminhos de circulação local determinantes para essas relações.

Assim, é enquadrado na classe “muito baixa” o empreendimento cuja implantação, além de comprometer a circulação local, impossibilitar a população diretamente atingida de utilizar caminhos determinados pelas relações estabelecidas. A Tabela 13 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador interferência na circulação e comunicação regional.

Tabela 13. Classes do indicador interferência na circulação e comunicação regional

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	Não interfere na circulação e comunicação
Alta	Interfere temporariamente na circulação e comunicação local
Média	Interfere temporariamente na circulação e comunicação local e regional
Baixa	Interfere na circulação regional, alterando as formas de organização do território, com possíveis reflexos no rearranjo da hierarquia
Muito Baixa	Compromete a circulação local, impossibilitando a população diretamente atingida de utilizar caminhos determinados pelas relações estabelecidas

3.3.8 Impacto temporário na arrecadação municipal

O objetivo do indicador de impacto temporário na arrecadação municipal é mensurar o efeito positivo do empreendimento na receita do(s) município(s) atingido(s) pelo empreendimento, durante o período de sua implantação (construção), daí o caráter temporário do impacto.

A implantação de uma UHE envolve a prestação de um volume significativo de serviços, principalmente nas áreas de construção civil e montagem. Serviços de qualquer natureza executados no estabelecimento do cliente são objeto de tributação, nos termos da Constituição (art. 156), e esta se dá em nível municipal. Assim sendo, durante a construção da usina deverá ocorrer aumento na arrecadação nos municípios onde serão executadas as obras, o que pode gerar oportunidades de desenvolvimento econômico¹⁰.

Dessa forma, para avaliar o efeito temporário da implantação de uma UHE na receita municipal estabeleceu-se o indicador dado pela relação entre o ISS gerado durante a construção e a receita do município onde aquele imposto será arrecadado. Nestes termos, a expressão analítica do indicador pode ser escrita como segue:

$$i = \frac{\text{arrecadação anual de ISS durante a construção}}{\text{receita orçamentária do município sede das obras}}$$

Como base de cálculo do ISS considerou-se o valor dos serviços de construção civil e montagem associado ao projeto. Para o cálculo da arrecadação considerou-se que sobre esse valor seria aplicada a alíquota de ISS normalmente incidente sobre serviços dessa natureza. A alíquota do ISS varia de um município para outro, mas, de um modo geral, encontra-se muito frequentemente o valor de 3%. Por fim, deve-se considerar o prazo de execução das obras. A expressão analítica da arrecadação anual de ISS durante a construção de uma UHE pode então ser escrita com segue:

$$ISS = \frac{CM \times 0,03}{t}$$

onde CM é o valor estimado para os serviços de construção civil e montagem e t é o período de construção.

¹⁰ A prestação de serviços, por empresas ou profissionais autônomos é o fato gerador do imposto sobre serviços de qualquer natureza ou simplesmente ISS, tributo que somente os municípios e o Distrito Federal têm competência para instituir (art. 156, IV da Constituição Federal). Como regra geral, esse imposto é recolhido no município onde se localiza o estabelecimento do prestador do serviço, porém, será recolhido no município onde o serviço é prestado nos casos em que a prestação dos serviços ocorra no estabelecimento do cliente, como é o caso dos serviços de construção civil e montagem nas obras de implantação de uma UHE.

Considerou-se que um empreendimento é enquadrado na classe “muito alta” se a arrecadação anual de ISS associada às obras representa 20% ou mais (indicador assumindo valores iguais ou maiores do que 0,20) da receita orçamentária do(s) município(s) onde a obra se realiza. No outro extremo, definiu-se a classe “muito baixa” no caso de esse indicador ser inferior a 0,05. A Tabela 14 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador de impacto temporário na arrecadação municipal.

Tabela 14. Classes do indicador de impacto temporário na arrecadação municipal

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \geq 0,20$
Alta	$0,15 \leq i < 0,20$
Média	$0,10 \leq i < 0,15$
Baixa	$0,05 \leq i < 0,10$
Muito Baixa	$i < 0,05$

No caso dos projetos do PDE 2020 e do PDE 2019, estimou-se o valor dos serviços de construção civil e montagem associados a um empreendimento hidrelétrico tomando por base os orçamentos de investimento disponíveis de usinas e projetos do sistema brasileiro. Reconhecendo que este valor depende do porte do projeto, o qual pode ser caracterizado pela potência instalada, foram estabelecidas as seguintes referências para o custo da construção civil e montagem em empreendimentos hidrelétricos:

- Usinas ou projetos com potência igual ou inferior a 100 MW R\$ 4.500,00/kW
- Usinas ou projetos com potência superior a 100 MW R\$ 3.000,00/kW

Esses preços foram baseados numa média de preços obtida através de alguns OPEs de usinas hidrelétricas. Dessa forma, o valor médio do ISS arrecadado durante a construção de uma UHE constante do PDE 2020 e do PDE 2019 foi estimado, em:

- Usinas ou projetos com potência igual ou inferior a 100 MW R\$ 135,00/kW
- Usinas ou projetos com potência superior a 100 MW R\$ 90,00/kW

Conforme já assinalado, o montante assim calculado é então dividido pelo prazo de construção do empreendimento, resultando na estimativa do valor anual arrecadado de ISS em decorrência do projeto. No caso do PDE 2020 e do PDE 2019, foram considerados os prazos de construção de 30, 40 e 60 meses, de acordo com o porte e a complexidade dos projetos.

3.3.9 Impacto permanente na arrecadação municipal

O objetivo do indicador de impacto permanente na arrecadação municipal é mensurar o efeito positivo do empreendimento na receita do(s) município(s) atingido(s) pelo reservatório por ele formado.

A Constituição Federal estabeleceu o princípio de que, na geração de energia elétrica, o usuário do recurso hídrico é obrigado a compensar monetariamente os entes federativos atingidos com a implantação de seu empreendimento. Trata-se da *Compensação Financeira pela Utilização dos Recursos Hídricos para Fins de Geração de Energia Elétrica*, ou simplesmente compensação financeira.

Os recursos apurados com base neste princípio são arrecadados pela ANEEL, tendo como parâmetro a quantidade de energia gerada pela usina. São distribuídos, na forma da lei, entre estados, municípios e órgãos da Administração Direta da União. A participação dos municípios toma por base a área de seu território atingida pelo reservatório formado pela UHE. Assim, a instalação de uma usina em um município irá gerar, a partir de seu funcionamento e enquanto estiver em operação, um volume de recursos significativo a ser apropriado pelo Tesouro Municipal.

Assim, como indicador do impacto permanente de uma UHE na receita municipal tomou-se a relação entre a estimativa da arrecadação do(s) município(s) atingido(s) com a compensação financeira e a receita total desse(s) município(s). Analiticamente, tem-se:

$$i = \frac{\sum \text{compensação financeira dos municípios atingidos}}{\sum \text{receita orçamentária dos municípios atingidos}}$$

De acordo com a Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990¹¹, são arrecadados mensalmente a título de compensação financeira 6,75% do valor da energia gerada, valor este calculado aplicando-se a TAR - tarifa de referência definida pela ANEEL. Esse montante de recursos é assim distribuído: 2,7% para os municípios atingidos pelo reservatório da UHE, 2,7% para os estados onde esses municípios se localizam, 0,6% para a União e 0,75% para o MMA, para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nessas condições, a estimativa da arrecadação do(s) município(s) atingido(s) com a compensação financeira (CF) pode ser expressa analiticamente como segue:

$$CF = 0,027 \times E \times TAR$$

¹¹ E as alterações introduzidas pelas Leis nºs 9.433/97, 9.984/00 e 9.993/00.

onde E é a energia gerada, geralmente expressa em MWh, e TAR é a tarifa de referência, expressa em R\$/MWh. O cálculo da compensação financeira pode ser feito em bases mensais ou anuais. Para o PDE a base de cálculo utilizada é a anual.

Para efeito da estimativa da energia gerada considerou-se o fator de capacidade fc (relação entre a energia gerada por uma usina e sua potência instalada, P , expressa em MW) típico das usinas hidrelétricas do sistema elétrico brasileiro, qual seja 55%, e o número de horas h igual a 8.760 horas. Ou seja, para efeito deste cálculo:

$$E = P \times fc \times h$$

Nessas condições, a expressão da estimativa da compensação financeira pode ser reescrita como segue:

$$CF = 0,027 \times 0,55 \times 8.760 \times P \times TAR$$

No caso do PDE 2020, trabalhou-se com a TAR em vigor para o ano de 2009, e com os valores de receita municipal disponibilizados pela Receita Federal para o ano de 2009.. Para o PDE 2019, foi utilizado o ano base de 2008.

Da mesma forma que no caso anterior (impacto temporário na arrecadação municipal), considerou-se que um empreendimento apresenta classificação "muito alta" com relação ao indicador de impacto permanente na arrecadação municipal se a compensação financeira por ele gerada representar 20% ou mais (indicador assumindo valores iguais ou maiores do que 0,20) da receita orçamentária dos municípios atingidos. No outro extremo, foi atribuída a classe "muito baixa" para valores do indicador inferiores a 0,05, evidenciado que a compensação financeira não é assim tão relevante para o desenvolvimento regional. A Tabela 15 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador de impacto permanente na arrecadação municipal.

Tabela 15. Classes do indicador de impacto permanente na arrecadação municipal

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	$i \geq 0,20$
Alta	$0,15 \leq i < 0,20$
Média	$0,10 \leq i < 0,15$
Baixa	$0,05 \leq i < 0,10$
Muito Baixa	$i < 0,05$

3.3.10 Perda de área produtiva

O indicador de perda de área produtiva tem o objetivo de mensurar a magnitude da perda de áreas produtivas dos municípios efetivamente atingidos pelos reservatórios de usinas hidrelétricas.

O enchimento do reservatório de uma usina hidrelétrica pode inundar áreas economicamente produtivas, notadamente as utilizadas pela agropecuária, produzindo efeitos negativos para a economia local pela diminuição da produção agrícola e das áreas de pasto. Tais efeitos são mais sentidos em regiões onde o setor primário tem expressiva participação na produção de riqueza e na composição do produto interno bruto.

Como indicador de perda de área produtiva tomou-se a razão entre a área considerada produtiva efetivamente alagada pelo reservatório da usina e o somatório das áreas produtivas dos municípios atingidos. Analiticamente, tem-se:

$$i = \frac{\text{área produtiva alagada}}{\sum \text{área produtiva dos municípios atingidos}}$$

Arbitrou-se que um empreendimento é considerado na classe “muito baixa” se o indicador de perda de área produtiva é superior a 0,2, ou seja, mais de 20% das áreas produtivas dos municípios atingidos pelo projeto é alagada com sua implantação. No outro extremo, considerou-se na classe “muito alta” o empreendimento cujo indicador assim calculado não é superior a 0,05. A Tabela 16 apresenta as classes do indicador de perda de área produtiva.

Tabela 16. Classes do indicador de perda de área produtiva

Classes	Intervalos das Classes
Muito Alta	$i \leq 0,05$
Alta	$0,05 < i \leq 0,10$
Média	$0,10 < i \leq 0,15$
Baixa	$0,15 < i \leq 0,20$
Muito Baixa	$i > 0,20$

3.4 Dados básicos

Para a quantificação dos indicadores ambientais e socioeconômicos de UHE são utilizados dados ambientais, sociais e econômicos dos empreendimentos e dos municípios onde os mesmos estão localizados. São consideradas fontes de dados o SISA, o SIG e as fontes oficiais de consulta, tais como IBGE, IPEA, PNUD e Receita Federal. Os dados necessários são listados a seguir.

Indicadores ambientais

- (a) Área alagada
 - área do reservatório (km²)
 - potência instalada da UHE (MW)
- (b) Perda de vegetação
 - área de vegetação alagada pelo reservatório da usina (km²)
 - área de vegetação suprimida para implantação da UHE (km²)
- (c) Trecho de rio alagado
 - trecho de rio a ser alagado para formação do reservatório (km)
- (d) Interferência em UC
 - distância entre a UHE e a UC (km)
 - tipo de UC afetada
- (e) Interferência em APCB
 - distância entre a UHE e a APCB (km)
 - tipo de APCB afetada

Indicadores socioeconômicos

- (a) População afetada
 - número de pessoas atingidas pela formação do reservatório
- (b) Interferência em TI
 - distância entre a UHE e a TI afetada (km)
 - % afetado da TI
- (c) Interferência em assentamentos do INCRA
 - interferência da UHE em assentamentos do INCRA
 - % afetado do assentamento
- (d) Interferência na infraestrutura

- número de pessoas atraídas pela implantação da UHE (mil pessoas)
 - população residente no(s) município(s) de apoio às obras (mil pessoas)
- (e) Potencial de empregos para a população local
- população desocupada dos municípios atingidos (mil pessoas)
 - PEA dos municípios atingidos (mil pessoas)
- (f) Interferência em áreas urbanas
- tipo de interferência em área urbana
- (g) Interferência na circulação e comunicação regional
- tipo de interferência do empreendimento na circulação e comunicação regional
- (h) Impacto temporário na arrecadação municipal
- ISS previsto para os municípios da casa de força e do canteiro de obras (R\$)
 - soma das receitas orçamentárias dos municípios que vão receber o ISS (R\$)
- (i) Impacto permanente na arrecadação municipal
- compensação financeira prevista para os municípios (R\$)
 - soma das receitas orçamentárias dos municípios que vão receber a compensação financeira (R\$)
- (j) Perda de área produtiva
- área produtiva alagada (km²)
 - área produtiva do(s) município(s) atingido(s) (km²)

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)

4 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

4.1 Identificação dos indicadores

Linhas de transmissão são projetos com tempo de maturação relativamente curto, se comparados com projetos de geração, em especial UHE. Quando se tem em perspectiva o horizonte de planejamento da expansão do setor elétrico, muitas vezes pode-se estar tratando de LT cujos projetos ainda estão em fase muito iniciais. Ou seja, não raro não será possível caracterizar o projeto da LT embora possa se conhecer o macrotrajeto que vai percorrer – o corredor no qual a futura LT estará inserida. Assim sendo, para efeito da avaliação da sustentabilidade de LT preferiu-se trabalhar com o conceito de corredor, mais apropriado à maioria das LT que constam de um PDE.

Para efeito da composição do ISUT, foram definidos 11 indicadores, classificados seis deles na dimensão ambiental e cinco na dimensão socioeconômica.

Na dimensão ambiental, os seis indicadores selecionados foram:

- (a) Extensão do corredor;
- (b) Presença e/ou proximidade de UC;
- (c) Presença de APCB;
- (d) Presença de formações florestais;
- (e) Presença de vegetação secundária;
- (f) Presença de áreas de savana e/ou estepe.

Todos os seis indicadores relacionados são relevantes e, por certo, não esgotam a avaliação da sustentabilidade de uma LT no que se refere à dimensão ambiental de seus impactos. Da mesma forma que no caso de UHE, a seleção dos indicadores não se prendeu apenas à sua relevância, mas considerou também a existência de dados e a qualidade das informações disponíveis para tornar possível uma avaliação criteriosa e consistente.

Na dimensão socioeconômica, os cinco indicadores selecionados foram:

- (a) Presença de áreas de agropecuária e de silvicultura;
- (b) Presença e/ou proximidade de TI;
- (c) Presença de assentamentos do INCRA;

- (d) Presença de áreas urbanas;
- (e) Empregos gerados.

4.2 Dimensão Ambiental

4.2.1 Extensão do corredor

O indicador da extensão do corredor tem por objetivo avaliar os efeitos [negativos] decorrentes da necessidade de liberação, ainda que parcial, de uma determinada área para a implantação de um sistema de transmissão de energia.

A implantação de uma LT requer a definição de uma faixa de servidão, entre 50m e 90m, onde se apresentam, por motivo de segurança, restrições ao uso do solo ou a presença de certo tipo de vegetação. Com relação ao uso do solo, é restringida a presença de habitações e o desenvolvimento de certas atividades econômicas, como a silvicultura. Com relação à vegetação, é necessária a poda seletiva, limitando-se, em algumas partes dessa faixa de servidão, a vegetação a alturas pré-definidas.

A avaliação da extensão do corredor é feita por meio de ferramentas de geoprocessamento, com base nas coordenadas geográficas das subestações situadas nas extremidades da LT. Destaca-se que a definição do corredor é feita evitando-se, sempre que possível, eventuais interferências com elementos ambientais considerados como de grande relevância, tais como UC, TI, áreas de floresta nativa e centros urbanos.

A definição das classes do indicador de extensão do corredor é feita a partir do pressuposto de que os impactos potenciais da implantação serão tanto menores quanto menor for a extensão da LT. Eventuais impactos na implantação de LT de pequena extensão, por atravessar áreas sensíveis, por exemplo, serão considerados por meio de indicadores específicos. A Tabela 17 apresenta a gradação estabelecida para efeito da avaliação do indicador de extensão do corredor.

Tabela 17. Classes do indicador extensão de corredor

valores em km

Classes	Intervalos das classes
Muita alta	$i \leq 50$
Alta	$50 < i \leq 100$
Média	$100 < i \leq 300$
Baixa	$300 < i \leq 600$
Muito baixa	$i > 600$

4.2.2 Presença e/ou proximidade de UC

A interferência em UC é um impacto que normalmente se busca evitar quando da realização dos estudos de planejamento e implantação de LT em face da possibilidade de, nessa fase, formular alternativas de traçado. Até porque, como se tem observado, os prazos demandados para a realização dos EIA e para o licenciamento ambiental de LT que apresentam interferência com UC tem sido maiores do que para projetos que não apresentam esse tipo de interferência, o que significa custos adicionais muitas vezes não previsíveis. Contudo, em especial no caso dos estudos do planejamento da expansão do sistema, que envolve horizontes de 10 ou mais anos, os corredores considerados podem apresentar largura entre 10 e 20 km, tal a incerteza que ainda cerca os projetos. Nessas condições, podem ser observadas, direta ou indiretamente, interferências de corredores com UC.

Interferências diretas são caracterizadas em duas situações: (a) interferência integral, quando a largura total do corredor (considerada, para efeito dessa avaliação, com largura de 10km) se insere totalmente em área legalmente protegida; (b) interferência parcial, quando somente parte do corredor, em termos de sua largura, atravessa tais áreas. Como interferência indireta considera-se a situação em que o corredor se localiza próximo às áreas legalmente protegidas, assumindo como critério de proximidade a distância de 10 km.

Desse modo, o indicador de presença e/ou proximidade em UC toma como base as distâncias, em km, entre os limites do corredor e a UC, considerando o tipo de UC (ver subitem 3.2.4 desta nota técnica) e a possibilidade da LT poder, dentro do corredor, assumir um traçado que não interfira diretamente com a UC. As distâncias em questão são avaliadas por meio do SIG. Será classificada como "muito baixa" a LT que necessariamente atravessar uma UC de proteção integral. A Tabela 18 apresenta os valores limites das classes do indicador de interferência em UC.

Tabela 18. Classes do indicador presença e/ou proximidade de UC

Classes	Intervalos das classes
Muito Alta	Corredor dista 10km ou mais de UC de proteção integral
Alta	Corredor contém UC de uso sustentável, mas o trajeto da LT pode ser desviado da UC
Média	Corredor contém UC de proteção integral, mas o trajeto da LT pode ser desviado da UC
Baixa	Corredor contém UC de uso sustentável e a LT necessariamente a atravessará
Muito Baixa	Corredor contém UC de proteção integral e a LT necessariamente a atravessará

4.2.3 Presença e/ou proximidade de APCB

O indicador de interferência em APCB tem por objetivo mensurar os efeitos negativos da interferência de LTs com essas áreas (ver subitem 3.2.5 desta nota técnica). Assim, foi considerado o somatório das áreas de APCBs inseridas no corredor. A avaliação da interferência em APCB é realizada com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, sendo a área de potencial interferência quantificada com o SIG. Considerou-se que, quanto maior a fração da área do corredor interferindo em APCB, menor é a classe do indicador, conforme Tabela 19

Tabela 19. Classes do indicador presença e/ou proximidade de APCB

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 50$
Alta	$50 < i \leq 100$
Média	$100 < i \leq 150$
Baixa	$150 < i \leq 200$
Muito Baixa	$i > 200$

4.2.4 Presença de formações florestais

O indicador de presença de formações florestais tem por objetivo comparar os projetos quanto a sua potencial interferência em florestas, decorrente de supressão de vegetação para a implantação da LT e para a abertura de estradas de acesso.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento, as áreas de florestas são mapeadas e cruzadas com o corredor previsto, sendo computada a extensão de florestas atravessada pelo corredor.

As classes do indicador foram estabelecidas com base no percentual do corredor que corresponde a formações florestais. Quanto maior o percentual do corredor ocupado por esse tipo de uso do solo, menor a possibilidade de ser evitada essa interferência durante a implantação da linha e, conseqüentemente, maior o impacto potencial do projeto. A Tabela 20 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 20. Classes do indicador presença de formações florestais

*% de área do corredor
correspondente a áreas de formações florestais*

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 20\%$
Alta	$20\% < i \leq 40\%$
Média	$40\% < i \leq 60\%$
Baixa	$60\% < i \leq 80\%$
Muito Baixa	$i > 80\%$

4.2.5 Presença de vegetação secundária

O indicador de presença de vegetação secundária tem por objetivo comparar os projetos quanto a sua potencial interferência nesse tipo de vegetação, decorrente de supressão de vegetação para a implantação da LT e para a abertura de estradas de acesso.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento, as áreas de vegetação secundária são mapeadas e cruzadas com o corredor previsto e computada a extensão desse tipo de uso do solo atravessada pelo corredor.

As classes do indicador foram definidas com base no percentual do corredor que corresponde a áreas de vegetação secundária. Quanto maior o percentual do corredor ocupado por esse tipo de uso do solo, menor a possibilidade de ser evitada essa interferência durante a implantação da linha e, conseqüentemente, maior o impacto potencial do projeto. A Tabela 21 apresenta os critérios para as classes estabelecidas para esse indicador.

Tabela 21. Classes do indicador presença de vegetação secundária

*% de área do corredor
correspondente a áreas de vegetação secundária*

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 1\%$
Alta	$1\% < i \leq 2,5\%$
Média	$2,5\% < i \leq 5\%$
Baixa	$5\% < i \leq 10\%$
Muito Baixa	$i > 10\%$

4.2.6 Presença de áreas de savana e/ou estepe

O indicador de presença de áreas de savana e/ou estepe tem por objetivo comparar os projetos quanto a sua potencial interferência nesse tipo de vegetação, decorrente de desmatamentos para a implantação da LT e para a abertura de estradas de acesso.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento, as áreas de savana e/ou estepe são mapeadas e cruzadas com o corredor previsto, sendo computada a extensão deste tipo de vegetação atravessada pelo corredor.

As classes do indicador foram estabelecidas com base no percentual de área do corredor em que ocorre savana e/ou estepe. Quanto maior o percentual do corredor ocupado por esse tipo de uso do solo, menor a possibilidade de ser evitada essa interferência durante a implantação da linha e, conseqüentemente, maior o impacto potencial do projeto. A Tabela 22 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 22. Classes do indicador presença de áreas de savana e/ou estepe

*% de área do corredor
correspondente a áreas de savana e/ou estepe*

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 20\%$
Alta	$20\% < i \leq 40\%$
Média	$40\% < i \leq 60\%$
Baixa	$60\% < i \leq 80\%$
Muito Baixa	$i > 80\%$

4.3 Dimensão socioeconômica

4.3.1 Presença de áreas de agropecuária e silvicultura

Na faixa de servidão de LTs, somente é permitido, por questões de segurança, o cultivo de espécies de pequeno e médio porte. Também há limitações à utilização de equipamentos agrícolas, além da proibição da prática da queimada. Assim, o indicador presença de áreas de agropecuária e silvicultura visa aferir o potencial das linhas em planejamento de afetar essas atividades econômicas rurais. Ressalta-se que, quando da definição do traçado da LT faz-se necessário considerar aspectos relativos à produtividade dos campos atravessados, assim como a estrutura fundiária local, visando não desarticular o sistema agrícola instalado.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento, as áreas de agropecuária e silvicultura, (extraídas de mapeamentos existentes, especialmente as bases de vegetação do PROBIO) são mapeadas e cruzadas com o corredor previsto, sendo computada a área deste tipo de vegetação dentro do corredor de estudo.

As classes do indicador foram definidas com base no percentual de área do corredor que corresponde à agropecuária e silvicultura. Quanto maior o percentual do corredor ocupado por esse tipo de uso da terra, menor a possibilidade de ser evitada essa interferência durante a implantação da linha e, conseqüentemente, maior o impacto potencial do projeto. A Tabela 23 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 23. Classes do indicador presença de áreas de agropecuária e silvicultura

% de área do corredor correspondente a áreas agropecuária e/ou silvicultura

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 20\%$
Alta	$20\% < i \leq 40\%$
Média	$40\% < i \leq 60\%$
Baixa	$60\% < i \leq 80\%$
Muito Baixa	$i > 80\%$

4.3.2 Presença e/ou proximidade de TI

Do ponto de vista de interferência em TIs (ver subitem 3.3.2 desta nota técnica), cabe destacar que, embora haja exemplos de travessia dessas terras por LTs, a implantação deste tipo de empreendimento incorre em grande esforço de gestão institucional. Conforme

Convenção 169 da OIT, ratificada pelo Decreto n.º 5051/04, as comunidades indígenas têm o direito de serem consultadas com relação a decisões susceptíveis de afetá-los diretamente, inclusive com relação a medidas administrativas ou legislativas, assim como sobre planos de desenvolvimento. De toda forma, é consenso que se deve evitar esse tipo de interferência, bem como minimizar a distância das linhas em projeto em relação às TIs.

Para esse indicador, são utilizadas ferramentas de geoprocessamento para definir a proximidade ou inserção do corredor previsto com as TIs. Também é avaliado se a TI atravessada pelo corredor ocupa toda a largura deste, não restando assim área livre para a passagem da LT, dentro do corredor estudado.

No caso de corredores distantes 10 km ou menos de uma TI, é atribuída a classe “alta”. A classe “média” é atribuída àqueles corredores que atravessam uma TI, mas existe área livre dentro do corredor para que a futura LT seja desviada. A situação de maior interferência é aquela onde a futura linha necessariamente atravessará a TI, sendo esta classificada como “muito baixa”. A Tabela 24 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 24. Classes do indicador presença e/ou proximidade de TI

Classes	Intervalos das classes
Alta	Corredor distante 10 km ou menos de terra indígena
Média	Corredor atravessando terra indígena, mas a futura linha poderá ser desviada da TI
Muito Baixa	Se a futura linha necessariamente atravessará TI

4.3.3 Presença de assentamentos do INCRA

O tratamento dado ao indicador presença de assentamentos do INCRA é análogo ao conferido ao indicador de presença e/ou proximidade de TI (ver subitem 4.3.2 desta nota técnica).

São utilizadas ferramentas de geoprocessamento para definir o potencial de interferência da futura linha e do corredor com os projetos de assentamento rurais divulgados pelo INCRA (ver subitem 3.3.3 desta nota técnica). Assim como para as TIs, é avaliado se o assentamento atravessado pelo corredor ocupa toda a largura deste, não restando assim área livre para a passagem da LT, dentro do corredor estudado.

No caso daqueles corredores que atravessam um assentamento mas existe área livre dentro do corredor para que a futura LT seja desviada, é atribuída a classe “baixa”. A situação de maior interferência é aquela onde a futura linha necessariamente atravessará o projeto de assentamento, sendo classificada como “muito baixa”. A Tabela 25 apresenta a gradação

estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 25. Classes do indicador presença de assentamentos do INCRA

Classes	Intervalos das classes
Baixa	Se o corredor contém áreas de assentamento(s), mas a futura linha poderá ser desviada dele(s)
Muito Baixa	Se a futura LT necessariamente atravessará assentamento(s)

4.3.4 Presença de áreas urbanas

Um importante aspecto a ser considerado no planejamento das linhas de transmissão é a existência de áreas urbanas ou de expansão urbana ao longo dos corredores de estudo. As áreas de expansão urbana são aquelas destinadas pela legislação municipal de uso do solo, à expansão da malha urbana. O objetivo ao se identificar essas áreas é o de evitá-las, tanto pelos impactos que a linha causa no meio urbano, quanto pela pouca disponibilidade nessas áreas de locais livres para novas instalações de transmissão. Em áreas densamente povoadas, já se estuda a possibilidade de implantação de LT subterrâneas. Entretanto, o custo associado a esse tipo de linha inviabiliza a sua implantação, na maioria dos casos estudados.

Com base em ferramentas de geoprocessamento, é computada a área urbana dentro do corredor de estudo. Como ferramenta auxiliar para a identificação das áreas urbanas, é utilizado o aplicativo *Google Earth Pro*, que dispõe de uma cobertura nacional de imagens de satélite georreferenciadas, com diferentes datas de aquisição.

As classes do indicador foram definidas com base no percentual do corredor que corresponde à presença de áreas urbanas. Quanto maior o percentual do corredor ocupado por essas áreas, menor a possibilidade de ser evitada essa interferência durante a implantação da linha e, conseqüentemente, maior o impacto potencial do projeto. A Tabela 26 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 26. Classes do indicador presença de áreas urbanas

% de área do corredor correspondente a áreas urbanas

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i \leq 1\%$
Alta	$1\% < i \leq 2,5\%$
Média	$2,5\% < i \leq 5\%$
Baixa	$5\% < i \leq 10\%$
Muito Baixa	$i > 10\%$

4.3.5 Empregos gerados

A implantação de uma LT geralmente representa um aporte de recursos financeiros e sociais na região ao longo do corredor de passagem, mesmo que esse efeito seja temporário. Durante a etapa de construção do empreendimento, a geração de empregos diretos e indiretos se traduz em impactos socioeconômicos positivos ao município atravessado pela linha, uma vez que parte do contingente de mão de obra é contratada no local de execução das obras. Ainda, considerando-se o aumento da demanda por bens e serviços e a circulação de capital no local, naquelas regiões com baixo nível de desenvolvimento, ocorre uma dinamização indireta da economia da região. Para as grandes interligações, as instalações associadas às LTs também devem contribuir para a melhoria das finanças públicas municipais, através do aumento da arrecadação de impostos. Além disso, as instalações de transmissão promovem, além dos empregos temporários na etapa de construção, o emprego de trabalhadores para a manutenção do sistema.

O cálculo do número de empregos gerados é função da extensão da linha prevista. Para cada km de linha, estima-se a geração de três empregos diretos na fase de construção. Nas linhas previstas para circuito duplo, cada km é multiplicado por seis para a obtenção do número de empregos diretos gerados.

As classes do indicador foram definidas com base no total de empregos gerados pela implantação da LT. Quanto maior o número de empregos gerados, maior a classe atribuída, uma vez que este número reverte de forma positiva para a região atravessada. A Tabela 27 apresenta a gradação estabelecida para efeito de avaliação desse indicador.

Tabela 27. Classes do indicador empregos gerados
número de empregos gerados

Classes	Intervalos das classes
Muita Alta	$i > 5000$
Alta	$2500 < i \leq 5000$
Média	$1000 < i \leq 2500$
Baixa	$500 < i \leq 1000$
Muito Baixa	$i \leq 500$

4.4 Dados básicos

Para o cálculo dos indicadores de ambientais e socioeconômicos de LT são utilizados dados ambientais, sociais e econômicos das linhas de transmissão da região e, em alguns casos, dos municípios atravessados por essas LT. São consideradas fontes de dados e informações o SIG da EPE e as fontes oficiais de consulta como: IBGE, IPEA, IBAMA, FUNAI, PNUD e Receita Federal. Os dados necessários são listados a seguir.

Indicadores ambientais

- (a) Extensão do corredor
 - coordenadas geográficas das subestações de início e fim
- (b) Presença e/ou proximidade de UC
 - presença e/ou proximidade de Unidades de Conservação
 - mapa de Unidades de Conservação
 - traçado estimado para o corredor
- (c) Presença e/ou proximidade de APCB
 - mapa de APCB
 - tipo de APCB afetada
 - traçado estimado para o corredor
- (d) Presença de formações florestais
 - mapa de vegetação (IBGE-SIVAM/2004)
 - mapa de biomas e ecorregiões (WWF-MMA/2002)
 - traçado estimado para o corredor
- (e) Presença de vegetação secundária
 - mapa de vegetação (IBGE-SIVAM/2004)
 - mapa de biomas e ecorregiões (WWF-MMA/2002)
 - traçado estimado para o corredor
- (f) Presença de áreas de savana e/ou estepe
 - mapa de vegetação (IBGE-SIVAM/2004)
 - mapa de biomas e ecorregiões (WWF-MMA/2002)
 - traçado estimado para o corredor

Indicadores socioeconômicos

- (a) Presença de áreas de agropecuária e silvicultura
 - mapa de vegetação por biomas (MMA/2003)

- traçado estimado para o corredor
- (b) Presença e/ou proximidade de TI
- mapa de Terras Indígenas (FUNAI/2006 atualizado para 2008)
 - traçado estimado para o corredor
- (c) Presença de assentamentos do INCRA
- mapa de assentamentos rurais (INCRA/2002 atualizado para 2003)
 - traçado estimado para o corredor
- (d) Presença de áreas urbanas
- base cartográfica integrada do Brasil ao Milionésimo Digital (IBGE/2009)
 - traçado estimado para o corredor
- (e) Empregos gerados
- número de empregos gerados
 - tensão da linha de transmissão
 - extensão do corredor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia de desenvolvimento sustentável tem amadurecido nos diversos segmentos representativos da sociedade, sejam eles públicos ou privados. Não obstante, o entendimento do que seja desenvolvimento sustentável é diversificado e controverso. Para além disso, a materialização do desenvolvimento sustentável a muitos parece custosa, talvez em razão da complexidade de seu conteúdo, na medida em que compreende conceitos de justiça social, desenvolvimento econômico sustentado, preservação e conservação ambiental.

As lições proporcionadas pela experiência vivida e a atuação conjunta dos agentes setoriais, de instituições acadêmicas, empresariais, dos trabalhadores e de outras organizações da sociedade têm sido fundamentais para que os aspectos socioambientais se incorporem, mais e mais, ao processo decisório, no qual se insere, no setor eletroenergético, o planejamento da expansão da oferta.

Nesse contexto, o setor elétrico brasileiro, em particular, vem, há alguns anos, se empenhando no estabelecimento de critérios de análise socioambiental aplicados à definição de suas políticas, planos, programas e ações. Os resultados desses esforços têm surgido gradualmente, mas requerem constantes aperfeiçoamentos, razão pela qual crescem em importância as inovações conceituais e técnicas aplicáveis à área.

Com efeito, de forma a atender ao crescimento da demanda e à necessidade de infraestrutura para o desenvolvimento do país, os PDE se ocupam de antecipar e avaliar a estratégia para a expansão da oferta de energia doméstica. Nesse sentido, no que diz respeito ao setor elétrico, preveem um conjunto de projetos de UHE e LT, dispersos por todo o território nacional, de acordo com a disponibilidade do recurso energético e com a espacialização do consumo. A viabilização deste conjunto de projetos de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável é, pois, um desafio permanente.

Na direção do aperfeiçoamento do arcabouço metodológico para o tratamento das questões socioambientais no âmbito do planejamento da expansão da oferta de energia, especialmente dos projetos que integram a estratégia de expansão da oferta do setor elétrico consolidada nos PDE, foram desenvolvidos critérios e procedimentos para a construção do que se chamou aqui de índices de sustentabilidade de UHE e LT, os quais foram apresentados e discutidos nesta nota técnica.

A primeira aplicação da abordagem conceitual e metodológica documentada neste trabalho se deu no PDE 2019 e constituiu um avanço na medida em que permitiu explicitar na análise o conceito de sustentabilidade, além da consideração dos impactos positivos. Além disso,

possibilitou a implantação de um sistema de informações *online* que, juntamente com o sistema de informações geográficas, contribuiu para o enriquecimento do banco de dados da EPE, e conseqüentemente, nas informações sobre os projetos.

Para os próximos ciclos de estudos do PDE, pretende-se avançar no aprimoramento da metodologia e na ampliação do banco de dados, assim como estimular o debate com os agentes setoriais e outras instituições da sociedade que tenham interesse nos estudos do PDE.

6 BIBLIOGRAFIA

ANA [Agência Nacional de Águas]. **A Região Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia**. 17p. Brasília: ANA, 2006.

ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp>. Acesso em 09/11/2010.

_____. **Critério adotado para pagamento da compensação financeira**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=536>. Acesso em 10/11/2010.

CEPEL [Centro de Pesquisas de Energia Elétrica]. **Planilha de Avaliação de Complexidade Socioambiental de UHE do PDE 2007-2016**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2006.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008 - 2017**. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

_____. **Indicadores de Sustentabilidade para Usinas Hidrelétricas**. Rio de Janeiro: EPE, 2005.

_____. **Análise socioambiental de alternativas para o suprimento à Região Leste de Minas Gerais (Relatório R1)**. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

_____. **Análise socioambiental de alternativas para o suprimento à Interligação SE Luiz Gonzaga – SE Pau Ferro (Relatório R1)**. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

_____. **Análise socioambiental de alternativas para o atendimento à Interligação Pirapora – Montes Claros (Relatório R1)**. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. **IDS: Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Brasil: IBGE, 2008.

_____. **Censo Demográfico 2000 - Trabalho e Rendimento – População Economicamente Ativa**. Disponível em http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/. Acesso em 20/09/2010.

_____. **Estatística – Estimativa da população**. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf. Acesso em 20/09/2010.

Receita Federal. **Finanças do Brasil – Dados Contábeis dos Municípios - 2009, 2008, 2007 e 2006.** Disponível em http://www.stn.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp. Acesso em 20/09/2010.

LEITE, S. & MEDEIROS, L. S. (Orgs.) **Assentamentos Rurais - Mudança Social e Dinâmica Regional.** 1ª Ed. 308 p. Rio de Janeiro: Ed. Mauad, 2004.

LATRUBESSE, E.M. e STEVAUX, J.C. **Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil Central.** In: Revista UnG – Geociências v.5, n.1, p.65-73. 2006.

MMA [Ministério do Meio Ambiente]. **Caderno Regional da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (Relatório Final).** 50p. Brasília: MMA, 2006.

_____. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas.** Brasília: MMA, 2006.

OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development]. **Environmental Indicators: Development, Measurement and Use.** Paris: OECD, 2003.

_____. **Environmental Performance Reviews: a Practical Introduction.** Paris: OECD, 1997.

RAMOS, A. R. **Sociedades Indígenas.** 5ª ed. Vol 1. 96 p. São Paulo: Ática, 1995.

REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. G. **Park size and the conservation of forest mammals in Latin American.** In: MARES, A. M.; SCHMIDLY, D. J. *Latin American mammalogy: history, biodiversity and ecology* (p.227-232). Oklahoma: University of Oklahoma, 1991.