

# Avaliação da abordagem dos impactos ambientais no planejamento da expansão dos sistemas de transmissão de energia elétrica no Brasil: Análise do caso da linha de transmissão de 230 kV Osório 3 – Gravataí 3

Guilherme S. Castiglio\*. Juliana Klas.\*\*  
Marlise A. Dal Forno.\*\*\*

\*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil  
(e-mail: guilhermecastiglio@gmail.com).

\*\*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil  
(e-mail: juliana.klas@ufrgs.br).

\*\*\*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil  
(e-mail: marlise.forno@ufrgs.br).

---

**Abstract:** This paper presents an evaluation of the approach of the possible environmental impacts caused by the implementation of new Transmission Lines (TL) in the Brazilian electric system expansion plan. As a case study, a route change in the originally LT 230 kV Osório 3 - Gravataí 3 project to reduce its environmental impacts was evaluated. For this new route, sustainability indicators and economic impact were revised and discussed. It was found that a change in route resulted in an increase of 29% in the line cost, however, increased its sustainability index.

**Resumo:** O presente trabalho apresenta uma avaliação da abordagem dos possíveis impactos ambientais causados pela implementação de novas Linhas de Transmissão (LT's) no planejamento da expansão do sistema elétrico brasileiro. Como estudo de caso, avaliou-se a alteração do traçado proposto originalmente da LT 230 kV Osório 3 – Gravataí 3, para um traçado que buscasse reduzir os impactos ambientais, para este novo traçado foram revisados e discutidos indicadores de sustentabilidade e impacto econômico. Verificou-se que a alteração do traçado resultou em um acréscimo de 29% no custo da linha, no entanto aumentou o índice de sustentabilidade da mesma.

*Keywords: Transmission lines; Environment; Sustainability; Energy planning;*

*Palavras-chaves: Linhas de Transmissão; Meio Ambiente; Sustentabilidade; Planejamento Energético;*

---

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento do consumo de energia elétrica de um país pode estar conectado com diferentes características sociais e econômicas do mesmo, entre eles, destaca-se o aumento de sua população, nível de industrialização, capacidade econômica e indicadores de qualidade de vida. Nas últimas décadas, observa-se que o acompanhamento deste crescimento vem atrelado com novas expectativas, tais como o emprego efetivo da sustentabilidade no processo de geração e transmissão de eletricidade. Neste cenário, observa-se que a urbanização e a industrialização dos países em desenvolvimento têm procurado seguir padrões intensivos em energia, assim como nos países desenvolvidos. A população demanda transporte de bens e pessoas, novos produtos industriais e outros serviços como saneamento, saúde, comércio, que por sua vez, dependem fortemente de energia elétrica (Januzzi, 2012).

Os impactos ambientais tem se tornado muitas vezes tema central de debate em muitas questões que envolvem o futuro da geração e transmissão de energia em grande escala. Portanto, alinhar as demandas da população com os interesses

do mercado tem tornado ainda mais complexa a tarefa de elaborar o planejamento da expansão da cadeia da eletricidade (geração, transmissão e distribuição). Na qual, os sistemas de transmissão possuem significativa relevância, tanto na questão estratégica quanto financeira. Estima-se que para garantir a excelência na operação do Sistema Interligado Nacional (SIN) sejam necessários investimentos em novas linhas de transmissão e subestações da ordem de 12,5 bilhões de reais nos próximos três anos, totalizando 4.000 km de novas linhas e 35.400 MVA de capacidade transformadora (ONS, 2018).

Desta forma, invariavelmente o processo de planejamento da expansão do SIN culminará em sua fase final em obras com grande impacto ambiental e econômico. Neste contexto, observa-se que o tema da sustentabilidade é muitas vezes avaliado de maneira secundária, reduzido às questões ambientais impostas pela legislação, tais como relatórios e estudos visando licenciamento. Sendo os obstáculos judiciais que este tipo de empreendimento sofre, erroneamente atribuídos a questões ambientais. No entanto a morosidade e parte dos conflitos referentes ao licenciamento dessas estruturas se dão também pela fragilidade nos procedimentos

de definição do trajeto das linhas e pela não consideração de atributos ambientais vinculados aos seus principais impactos ainda na fase de planejamento (Biasotto, 2017).

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar a forma como é realizada a abordagem da sustentabilidade na fase de planejamento da expansão dos sistemas de transmissão no Brasil. Além de realizar a avaliação da sustentabilidade de um empreendimento licitado em 2018, aplicando a metodologia de Índices de Sustentabilidade apresentada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Utiliza-se como estudo de caso a LT Osório 3 – Gravataí 3, onde avaliou-se o impacto da alteração do traçado original da LT no custo do projeto e nos índices de sustentabilidade calculados.

## 2. PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CONTEXTO BRASILEIRO

Atualmente, o processo de planejamento da expansão do sistema de transmissão de energia elétrica no Brasil é centralizado e de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia (MME). A partir dos relatórios e estudos técnicos elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), são avaliados e consolidados os programas de outorga dos novos empreendimentos. Sendo de responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) acompanhar a elaboração das licitações, realizar o monitoramento das obras em execução e trazer transparência ao processo, tanto nas questões técnicas quanto econômicas. Por sua vez, a EPE é responsável por elaborar relatórios balizadores no processo licitatório, baseados no mapeamento das necessidades do SIN, fornecendo subsídio técnico para que os demais atores e futuros agentes transmissores compreendam as necessidades e particularidades de cada projeto que será licitado posteriormente. Dentre estes relatórios destacam-se o R1 - Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Socioambiental e o R3 - Caracterização e Análise Socioambiental. Nestes relatórios já há indicação de um possível corredor de passagem da nova LT assim como estimativa de custos e impactos. Neste cenário, o papel do ONS é elaborar o Plano de Ampliações e Reforços (PAR), no qual são propostas todas as ampliações e os reforços necessários na rede básica, este plano baseia-se fortemente nas próprias experiências da ONS e no seu conhecimento profundo da operação do SIN. Por fim, cabe ao MME e ANEEL sintetizar e compatibilizar os resultados da EPE e ONS de modo que haja subsídio técnico suficiente para condução de maneira eficiente e transparente o processo licitatório dos novos empreendimentos.

## 3. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS POR LINHAS DE TRANSMISSÃO

Para efeitos de legislação e fiscalização o Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que,

direta ou indiretamente, afetam: (1) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (2) as atividades sociais e econômicas; (3) a biota; (4) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (5) a qualidade dos recursos ambientais (MME, 1986).

Biasotto (2017) apresenta catorze efeitos percebidos no meio ambiente em decorrência das ações de construção e operação das linhas de transmissão, entre os principais, destacam-se:

**Efeito da linha como barreira:** ocorrência de morte de animais por colisão nas estruturas ou por atropelamento durante a fase de construção.

**Efeito do uso da linha como recurso:** os animais perecem devido ao contato com os fios energizados no momento que tentam criar abrigos nas estruturas e condutores.

**Efeito da criação de novos habitats:** devido à supressão da vegetação ao longo da faixa de servidão e na extensão do corredor, altera-se de maneira local o habitat original da região, propiciando-se oportunidade para novas espécies de fauna e flora exóticas estabelecerem-se no local, alterando a cadeia alimentar e o equilíbrio ecológico.

Além dos já destacados, podem ser citados: efeitos causados pelo campo eletromagnético, efeitos na alteração das rotas de mobilidade dos animais de grande porte ao encontrarem o corredor da LT, riscos de incêndio, alteração da qualidade de solo e recursos hídricos e efeito sonoro.

## 4. ABORDAGEM DOS IMPACTOS AMBIENTAIS SOB O PONTO DE VISTA DA EPE

Verificando a necessidade de trazer aspectos do meio ambiente e sócio econômico para a fase de planejamento da transmissão, EPE (2012) propôs uma metodologia de elaboração de indicadores de sustentabilidade de linhas de transmissão. Onde o Índice de Sustentabilidade (IS) é avaliado do ponto de vista das interações dos empreendimentos com a meio natural e o meio socioeconômico, e, portanto são divididos entre a dimensão ambiental e dimensão socioeconômica. Sendo assim, o IS de um empreendimento assume valores entre 0 e 1 conforme apresentado na Fig. 1.

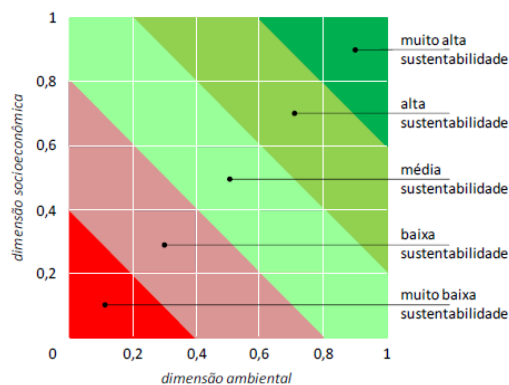


Fig. 1 Diagrama de Avaliação do Índice de Sustentabilidade.

O Índice de Sustentabilidade da LT é dividido entre o Índice Ambiental (IA), que corresponderá à média simples dos valores atribuídos para os indicadores da dimensão ambiental e o Índice Socioeconômico (ISE) que da mesma forma, é determinado através da média simples dos valores atribuídos aos indicadores relacionados na dimensão socioeconômica.. A combinação das avaliações em ambas as dimensões caracterizará o Índice de Sustentabilidade.

A dimensão ambiental é dividida em seis indicadores: (I1) Extensão do corredor; (I2) Presença e/ou proximidade de Unidade de Conservação (UC); (I3) Presença de Área de Preservação e Conservação da Biologia (APCB); (I4) Presença de formações florestais; (I5) Presença de vegetação secundária; (I6) Presença de áreas de savana e/ou estepe. Na dimensão socioeconômica, os cinco indicadores apresentados são: (I7) Presença de áreas de agropecuária e de silvicultura; (I8) Presença e/ou proximidade de Terras Indígenas (TI); (I9) Presença de assentamentos do INCRA; (I10) Presença de áreas urbanas; (I11) Empregos gerados. A seguir serão apresentados os valores de referência de cada indicador.

#### 4.1 Extensão do corredor (I1)

O indicador da extensão do corredor (I1) tem por objetivo avaliar os efeitos decorrentes do comprimento da linha e da criação de seu corredor e faixa de servidão, os valores de referência estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2. Valores de referência para indicador I1**

Classificação	Intervalos das Classes
Muito Alta	$i \leq 50$ km
Alta	$50 \text{ km} < i \leq 100$ km
Média	$100 \text{ km} < i \leq 300$ km
Baixa	$300 \text{ km} < i \leq 600$ km
Muito Baixa	$i > 600$ km

Desta forma quanto maior o comprimento da LT, mais baixo será o nível de sustentabilidade atribuído ao indicador.

#### 4.2 Presença e/ou proximidade de UC (I2)

Neste indicador é avaliado o impacto da LT quanto à presença de UC no seu entorno ou que a mesma cruzará, sendo a classificação de referência apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3. Valores de referência para indicador I2**

Classificação	Intervalos das Classes
Muito Alta	Corredor distante 10 km ou mais de UC de proteção integral.
Alta	Corredor contém UC de uso sustentável, mas o trajeto da LT pode ser desviado.
Média	Corredor contém UC de proteção integral e o trajeto da LT pode ser desviado.
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.

Desta forma quanto mais afetar a UC e maior o grau de sensibilidade da mesma, menor será a classificação do indicador atribuído.

#### 4.3 Presença de Área de APCB (I3)

Neste caso, são considerados o número de APCB's que o empreendimento interfere.

**Tabela 4. Valores de referência para indicador I3**

Classificação	Intervalos das Classes
Muito Alta	Corredor distante 10 km de APCB
Alta	Localizada a uma distância de até 10 km de APCB
Média	Afeta APCB de alta importância biológica
Baixa	Afeta APCB de muito alta importância biológica
Muito Baixa	Afeta APCB de extremamente alta importância biológica

Do mesmo modo que o I2, quanto maior a interferência do empreendimento, menor será seu nível de sustentabilidade.

#### 4.4 Presença de formações florestais (I4), de áreas de agropecuária e silvicultura (I7), savana e/ou estepe (I6)

Estes indicadores compartilham dos mesmos valores de referência e avaliam o percentual da área destes itens em relação à área total do corredor da LT, os valores de referência estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5. Valores de referência dos indicadores I4, I7 e I6**

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

Verifica-se que quanto maior a presença destes itens no interior do corredor, menor será a sustentabilidade da LT.

#### 4.5 Presença de vegetação secundária (I5) e presença de áreas urbanas (I10)

Estes indicadores também compartilham dos mesmos valores de referência. Estão associados aos percentuais das presenças dessas formações em relação à área do corredor da LT, a Tabela 6 apresenta os valores de referência.

**Tabela 6. Valores de referência para indicadores I5 e I10**

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

Neste caso, verifica-se que quanto maior a presença destes itens no interior do corredor, menor será a sustentabilidade da LT.

#### 4.6 Presença e/ou proximidade de terras indígenas (I8) e assentamentos do INCRA (I10)

Estes indicadores têm como objetivo avaliar se a LT interfere em algum destes territórios, neste caso são contabilizados os efeitos caso a LT cruze pelos mesmos. A Tabela 7 apresenta os valores de referência para estes indicadores.

**Tabela 7. Valores de referência para indicadores I8 e I10**

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

Da mesma maneira que os indicadores já apresentados, quanto maior o impacto da LT ou de seu corredor nestas áreas, menor será seu nível de sustentabilidade. A única diferença na avaliação destes indicadores se refere a à atribuição do I10, pois caso o corredor atravessasse assentamento mas a futura LT pode ser desviada, será atribuída a classificação “baixa”.

#### 4.7 Empregos Gerados (I11)

Este indicador avalia o retorno social que a LT traz para as comunidades que estão envolvidas no seu traçado, avaliando o número de empregos gerados pelo empreendimento. A Tabela 8 apresenta os valores de referência.

**Tabela 8. Valores de referência para indicadores I8**

Classificação	Intervalos das Classes (Nº de Empregos)
Muito Alta	$i > 5000$
Alta	$2500 < i \leq 5000$
Média	$1000 < i \leq 2500$
Baixa	$500 < i \leq 1000$
Muito Baixa	$i \leq 500$

Deste modo, quanto mais empregos gerados, maior é a sustentabilidade da LT.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

Propõe-se avaliar o impacto da alteração do traçado original da LT, através de um traçado alternativo, que evita que a mesma cruze duas unidades de conservação. A avaliação dos aspectos de sustentabilidade de ambos os traçados foi realizada através do cálculo dos índices de sustentabilidade apresentados pela EPE. É apresentada uma estimativa da diferença de custos dos dois empreendimentos, no que diz

respeito ao comprimento das linhas de transmissão e principalmente com os valores dos condutores. Para isto, foram utilizados dados apresentados por EPE (2014), que indicam que o custo com condutoramento da LT original seria da ordem de R\$ 33,5 milhões com comprimento de 77 km. A partir deste valor estabeleceu-se que o custo por quilômetro [R\$/km] para este empreendimento é da ordem de R\$ 434.000/km, e deste modo utilizou-se este indicador para estimar o custo do novo traçado proposto da LT. Destaca-se, que este procedimento se trata de uma análise simplificada, que tem como propósito avaliar o impacto financeiro com a alteração dos traçados.

Os índices de sustentabilidade foram calculados utilizando as informações apresentadas por EPE (2014) e ENGEMAB (2014), responsáveis por elaborarem os relatórios técnicos que precedem o processo licitatório (R1 e R3). Destaca-se que o único parâmetro alterado no cálculo dos índices de sustentabilidade no que diz respeito aos dois traçados, foi o número de UC's afetadas. Considerando-se que os demais parâmetros se mantenham constantes com a alteração do trajeto. Esta medida também se trata de uma simplificação, porém, extremamente pertinente, pois os dados técnicos e socioeconômicos utilizados consideram um corredor de 10 km de largura, abrangendo em grande parte uma área que englobaria a LT original e a LT proposta.

O estudo de caso adotado para elaboração deste trabalho é a LT de 230 kV que conectará as subestações Osório 3 à Gravataí 3, no estado do Rio Grande do Sul. De acordo com EPE (2014) o principal objetivo deste empreendimento é ampliar a capacidade de escoamento de energia gerada nos parques eólicos na região do litoral norte do Rio Grande do Sul. Sendo originalmente licitada em 2014 em leilão realizado pela ANEEL, foi arrematada pela Eletrosul. No entanto, as obras não saíram da fase de projeto, devido a complicações financeiras da empresa vencedora. Deste modo a LT foi relicitada no Lote 11 do leilão 04/2018, sendo arrematada pela CPFL.

De acordo com ENGEMAB (2014) o traçado proposto originalmente, apresentado na Fig. 2, cruza os seguintes municípios: Caraá, Osório, Santo Antônio da Patrulha, Glorinha e Gravataí. O comprimento do eixo central do traçado proposto pelas coordenadas geográficas apresentadas por ENGEMAB (2014) é de aproximadamente 77 km.



Fig. 2 Traçado original da LT e cidades que a mesma atravessa.

Para definir os impactos ambientais causados pela LT proposta no que diz respeito às UC's, foram identificadas as delimitações destas áreas na região dos municípios. Verificou-se que o traçado original cruza duas áreas de preservação, sendo uma municipal e outra estadual, apresentadas a seguir.

**Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande:** Unidade de Conservação de Uso Sustentável com 136.935 ha de área, localizada nos Biomas Mata Atlântica e Pampa.

**Área de Proteção Ambiental do Morro de Osório:** Unidade de Conservação de Uso Sustentável, com 6896,75 ha de área, localizada no bioma Mata Atlântica, no município de Osório. Segundo SEMA (2008), esta APA possui a ocorrência de 46 espécies de anfíbios, 30 espécies de répteis, sendo uma destas raras no Brasil, além de 232 espécies de aves e 71 espécies de mamíferos. No que diz respeito à flora, na área desta APA há registros de 13 espécies ameaçadas de extinção. Estes fatos evidenciam como esta região é extremamente sensível do ponto de vista ambiental.

Na região há ainda a APA Caraá que, no entanto, não é cruzada pelo eixo da LT proposta. Os demais dados que compõem os indicadores de dimensão ambiental e sócio econômica estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8. Parâmetros socioeconômicos e ambientais do corredor proposto**

Item	Quantitativo	Percentual da área do corredor (%)
Extensão Total (km)	77	-
Unidade de Conservação (nº)	2	-
APCB (nº)	3	-
Floresta Nativa (km²)	93	10,8
Estepe (km²)	1	0,1
Agricultura (km²)	163	19
Agropecuária (km²)	507	59,2
Reflorestamento (km²)	10	1,1
Assentamentos do Incra (nº)	0	-
Terra Indígena (nº)	0	-
Área Urbana (km²)	33	3,9

A partir destes dados é possível determinar os indicadores que compõem as duas dimensões da avaliação da sustentabilidade da LT e conseqüentemente seu Índice de Sustentabilidade, utilizando a metodologia e os valores de referência apresentados anteriormente.

## 6. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Através das coordenadas geográficas do traçado original apresentado por ENGEMAB (2014) e das delimitações de UC's apresentadas por SEMA (2019), foi possível representar o caminho da LT original e propor um alternativo, este procedimento foi realizado utilizando um software de informações geográficas, a Fig. 3 apresenta o mapa com os traçados.

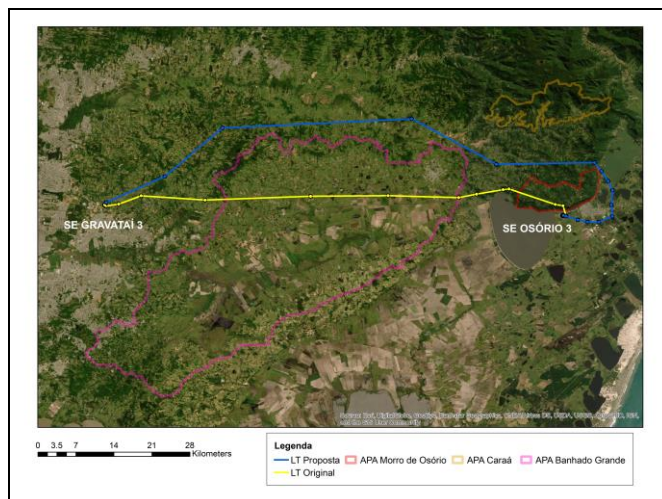


Fig. 3 Traçado original da LT e traçado alternativo da LT.

Neste caso, obteve-se um comprimento de 77 km para LT original, assim como previsto nos relatórios R1 e R3 e um comprimento de 100 km para a LT alternativa. Portanto, com o objetivo de não cruzar a APA do Morro de Osório e Banhado Grande, foi necessário acrescer em 23 km o comprimento da LT proposta originalmente. A Fig. 4 apresenta com detalhe o desvio proposto na região da APA do Morro de Osório.

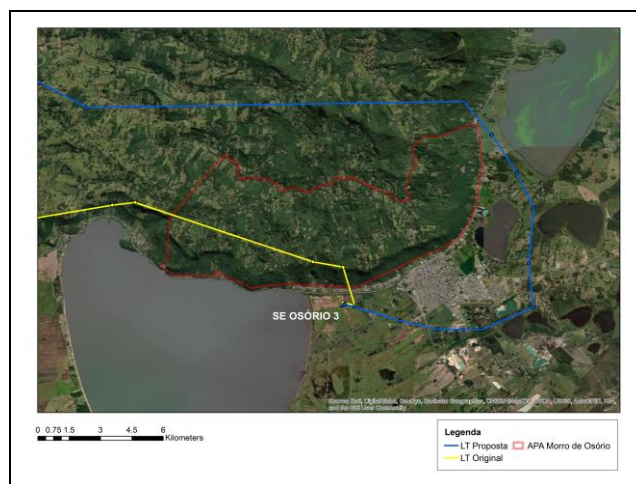


Fig. 4 Detalhe dos traçados das LT's na região da APA Morro de Osório.

O desvio do traçado da LT põe em evidência duas abordagens conflitantes, pois para reduzir o impacto ambiental na região da APA há a necessidade de realizar um acréscimo estimado no investimento financeiro original da ordem de 29%. Este valor foi estimado utilizando o indicador de [R\$/km] apresentado no item 5, que significa um aumento de R\$ 10 milhões de reais no custo do projeto. Na prática, como esta alteração no traçado impacta fortemente no custo final do empreendimento, em geral essa solução seria descartada, pois a maioria dos projetos contempla soluções otimizadas que apresentam o menor custo. Neste contexto, Santos (2019) apresenta uma redução de 14% no custo da LT de seu estudo de caso, na opção por uma metodologia de

obtenção de traçado visando apenas o menor custo de implementação, no entanto, com uma abordagem secundária de impactos ambientais. O processo de mensurar financeiramente os benefícios de eliminar este impacto ambiental do projeto é desafiador, pois os ganhos transcenderiam o âmbito econômico e uma simples avaliação de custos. O que fica evidente é que o fato da nova LT não cruzar UC's preservaria uma região com grande diversidade de fauna e flora, onde habitam espécies raras e em extinção.

Com o objetivo de se avaliar os índices de sustentabilidade dos dois traçados, foram calculados os indicadores apresentados no item 3. A Tabela 9 apresenta os indicadores de dimensão ambiental.

**Tabela 9. Indicadores de Dimensão Ambiental**

Indicador	Traçado Original		Traçado Alternativo	
	Classificação	Valor	Classificação	Valor
I1	alta	0,7	alta	0,7
I2	baixa	0,3	alta	0,7
I3	muito baixa	0,2	muito baixa	0,2
I4	muito alta	0,9	muito alta	0,9
I5	muito alta	0,9	muito alta	0,9
I6	muito alta	0,9	muito alta	0,9
	IA	0,65	IA	0,72

Verifica-se que o IA passaria de 0,65 para 0,72 caso fosse adotado o traçado alternativo, tornando a linha mais sustentável de acordo com esta dimensão de avaliação. Os indicadores para a dimensão socioeconômica estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10. Indicadores de Dimensão Sócio Econômica**

Indicador	Traçado Original		Traçado Alternativo	
	Classificação	Valor	Classificação	Valor
I7	baixa	0,3	baixa	0,3
I8	muito alta	0,9	muito alta	0,9
I9	muito alta	0,9	muito alta	0,9
I10	média		média	
I11	-	-	-	-
	ISE	0,70	ISE	0,70

Neste caso, como mencionado no item 5, estes indicadores se mantiveram constantes em ambos os traçados, resultando no mesmo valor de ISE. O I11 não foi calculado devido à dificuldade de mensurar tal item.

Deste modo, foi possível calcular o Índice de Sustentabilidade para os dois traçados, sendo o valor obtido para o traçado original de 0,67 e para o traçado alternativo 0,71, evidenciando que de fato a alteração do trajeto consistiu no aumento da sustentabilidade. Considerando as simplificações realizadas, pode-se verificar que a avaliação proposta pela metodologia da EPE pode ser útil para tomadas de decisão dos agentes transmissores e até mesmo incorporada em processos de otimização ou modelos de avaliação de empreendimentos. Destaca-se que os indicadores deveriam ser aprimorados levando em conta outros aspectos como espécies em extinção, por exemplo. A criação de indicadores mais específicos e com maior peso

poderiam evidenciar de uma melhor forma, no valor final do IS, os ganhos de sustentabilidade na análise de diferentes projetos.

## 7. CONCLUSÃO

Através da elaboração do presente artigo foi possível verificar que a abordagem dos impactos ambientais na construção de linhas de transmissão acontece através de estudos e relatórios de impactos, destacando-se o relatório R1 o relatório R3. No entanto, com a metodologia apresentada pela EPE, este processo poderia ser incrementado e os índices de sustentabilidade poderiam ser utilizados como ferramenta para avaliação dos empreendimentos. Há recomendações por parte da EPE que o agente transmissor responsável pela construção da LT busque o melhor traçado, minimizando o impacto ambiental nas unidades de conservação que possam ser afetadas. No entanto é possível concluir que há fragilidade na maneira de avaliação deste processo. Devido à dificuldade da modelagem destes impactos nas fases de planejamento, em suma, cada caso é tratado de maneira particular, onde são avaliadas alternativas para minimização dos impactos ambientais de maneira ocasional, e em poucos casos o problema ambiental é tratado como premissa para se determinar o traçado da LT.

## REFERÊNCIAS

- Jannuzzi, G. S. (1997), "*Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis*". Editora: Autores Associados. Campinas-SP, Brasil.
- ONS (2018), "*Plano de Ampliações e Reforços nas Instalações de Transmissão do SIN*". Brasília-DF, Brasil.
- Biasotto, L. D. (2017), "*Interações entre linhas de transmissão e a biodiversidade: uma revisão sistemática dos efeitos induzidos por esses empreendimentos*." Porto Alegre-RS, Brasil.
- MME (1986), Ministério do Meio Ambiente. "*Resolução CONAMA nº 1/86: Procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental*". Brasília-DF, Brasil.
- EPE (2012). "*Nota Técnica – Metodologia para avaliação socioambiental de usinas hidrelétricas e linhas de transmissão*". Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
- EPE (2014). "*Estudos para Expansão da Transmissão Avaliação da integração do potencial eólico do estado do Rio Grande do Sul – R1*", Rio de Janeiro-RJ Brasil.
- ENGEMAB (2014) "*Relatório de interferências socioambientais - R3*". Florianópolis-SC, Brasil.
- SEMA (2008), "*Plano de Manejo da APA Morro de Osório Volume I*." Porto Alegre - RS, Brasil.
- SEMA (2019), "Secretaria de Meio Ambiente do RS – Unidades de Conservação". Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>>. Acessado em: 13/12/2019.
- Santos, A. H. M. et al. (2019). "*Optimizing routing and tower spotting of electricity transmission lines: An integration of geographical data and engineering aspects into decision-making*". Electric Power Systems Research, v. 176, p. 105953.