

Avaliação de desempenho ambiental a partir das práticas de gestão ambiental para qualificação da contratação de obras de linhas de transmissão

Environmental performance evaluation based on environmental management practices for the qualification of power transmission line contractor hiring

Veronica do Nascimento Nadruz¹

Amarilis Lucia Casteli Figueiredo
Gallardo²

Mauro Silva Ruiz³

Heidy Rodriguez Ramos⁴

¹Mestre em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade pela Universidade Nove de Julho – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]
veronica.nadruz@gmail.com

²Professora Doutora do Mestrado Profissional em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade – Uninove e do Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis – Uninove. Professora Doutora do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP. São Paulo, SP [Brasil]
amarilislcfgallardo@gmail.com

³Professor Doutor do Mestrado Profissional em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade – Uninove e do Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]
maurosilvaruiz@gmail.com

⁴Professora Doutora do Mestrado Profissional em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade – Uninove e do Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis – Uninove e do Programa de Pós-graduação em Administração – Uninove. São Paulo, SP [Brasil]
heidyr@gmail.com

Resumo

O desempenho ambiental de empreiteiras pautado na avaliação das práticas ambientais pode subsidiar processos licitatórios. Neste artigo, tem-se como objetivo analisar como uma ferramenta de avaliação de desempenho ambiental pode ser utilizada para qualificar a contratação de empreiteiras para execução de obras de linhas de transmissão. Com essa finalidade foi adaptado um método desenvolvido e testado previamente noutra tipologia de empreendimento linear. Este método foi aplicado a dados de obras de 15 linhas de transmissão de energia elétrica submetidas a processo de licenciamento ambiental no estado de São Paulo nos últimos seis anos. Os resultados comprovam que a ferramenta de avaliação de desempenho ambiental fornece os subsídios essenciais para hierarquização de empreiteiras de setor. A ferramenta possibilita ainda gerenciar de modo efetivo as não conformidades ambientais tanto para propor um plano de ação prévio às obras quanto para alimentar proativamente o manual de boas práticas ambientais da contratante.

Palavras-chave: Avaliação de desempenho ambiental. Linhas de transmissão. Não conformidades ambientais.

Abstract

The environmental performance of contractors based on the evaluation of environmental practices can support bidding processes. In this paper, we aim to analyze how an environmental performance assessment tool can be used to qualify the hiring of contractors to carry out projects on power transmission lines. For this purpose, a method previously developed and tested in another linear project typology has been adapted and applied to data of 15 electric power transmission line projects that underwent environmental licensing evaluation in the state of São Paulo over the last six years. The results show that the environmental performance assessment tool provides essential information for ranking bidding contractors by their environmental practices. In addition, it also enables managing more effectively environmental non-compliance both for proposing action plans in advance to the start of projects as well as for building proactively the manuals of good environmental practices of contractors.

Key words: Environmental performance assessment. Transmission lines. Environmental non-compliance.



1 Introdução

É notável a melhora do desenvolvimento econômico e da qualidade de vida humana proporcionado pelo uso de fontes de energia, sendo a combinação de tecnologia, infraestrutura e suprimento de energia a responsável pela provisão dos serviços energéticos para a população, indústria e serviços (Goldemberg & Moreira, 2005).

Nos últimos trinta anos no Brasil, a produção de energia primária vem acompanhando a evolução do produto interno bruto (PIB); entretanto, o consumo de energia elétrica vem aumentando de modo mais expressivo, em decorrência da eletrificação do País e do aumento do parque industrial eletrointensivo, assim, a geração de energia elétrica cresceu em uma taxa média de 4,2% no período entre 1980 a 2002 (Goldemberg & Lucon, 2007).

No que se refere à oferta de energia elétrica, em 2015, verificou-se um recuo de 1,3% (8,4 TWh) em relação ao ano de 2014, segundo dados do último Balanço Energético Nacional (Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2016). Segundo esse documento orientativo do setor de energia nacional, as condições hidrológicas desfavoráveis são a principal causa para a redução da energia hidráulica disponível para consumo, o que vem repetindo-se há quatro anos. Em compensação, as fontes renováveis aumentaram sua participação na matriz elétrica em quase 1%, com especial contribuição da biomassa e da energia eólica, bem como da própria queda de geração térmica a base de derivados de petróleo. De acordo com Aquila *et al.* (2016), são notáveis as estratégias empregadas no território brasileiro para ampliar a oferta de fontes renováveis como energias alternativa às fósseis, destacando-se o crescimento da energia eólica no Brasil. Desse modo, as principais fontes de energia elétrica, conforme dados de 2015, são na sequência: hidrelétrica (359743 GWh), gás na-

tural (79490 GWh), biomassa (lenha, bagaço de cana e lixo, 47394 GWh); derivados de petróleo (25662 GWh), eólica (21625 GWh), carvão vapor (19096 GWh), nuclear (14734 GWh), solar fotovoltaica (59 GWh), outras (13 682 GWh) (EPE, 2016).

A energia elétrica é um motor indispensável para a economia global e o bem-estar humano; porém, a fim de prover a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica até os centros consumidores há necessidade de intervenções significativas no meio ambiente natural, cultural e construído. Segundo Lucon e Goldemberg (2009), ao mesmo tempo em que a descentralização da produção de energia elétrica se traduz em aumento na segurança de fornecimento e na criação de empregos, também remete à necessidade de incorporar premissas de sustentabilidade no setor.

De acordo com Vainer (2007), o setor elétrico, em virtude da difusão das preocupações ambientais pela sociedade civil e da consolidação da legislação ambiental brasileira, vem incorporando a temática social e ambiental à sua agenda. Moretto, Gomes, Roquetti e Jordão (2012) destacam os significativos impactos ambientais desencadeados pelo setor de energia elétrica no Brasil, sobretudo a proveniente de hidrelétricas, como uma das forças motrizes inclusive para a criação dos marcos legais dos instrumentos de política ambiental nacional.

Dentre os setores de produção de energia elétrica, da geração à distribuição, o setor de transmissão corresponde a obras lineares de grande extensão territorial no Brasil, com traçados de muitas centenas até milhares de quilômetros que afetam os mais diversos ambientes naturais e antropizados (Nogueira & Marques, 1998).

Em termos de empreendimentos que podem causar significativo impacto ambiental no território brasileiro, a gestão ambiental das linhas de transmissão inicia-se no próprio cumprimento da legis-

lação ambiental, na obtenção do licenciamento ambiental, Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) que é orientado pelo instrumento de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) (Gallardo & Sánchez, 2006).

A gestão ambiental das linhas de transmissão do setor elétrico pressupõe o acompanhamento dos procedimentos construtivos, valendo-se, para evitar a degradação do meio ambiente, do cumprimento da legislação ambiental vigente, assegurando que os programas estipulados no Plano Básico Ambiental (PBA) e as exigências técnicas elencadas nas Licenças Ambientais Prévia (LP) e de Instalação (LI) sejam implantados, mas também se valendo de ferramentas de gestão ambiental. Gallardo, Aguiar e Sánchez (2016) discutem que a aproximação entre os instrumentos de sistemas de gestão ambiental (SGA) e a AIA tem garantido uma gestão ambiental apropriada em outra tipologia de obra linear, a rodoviária.

Da mesma forma, as obras em linhas de transmissão causam diferentes impactos ambientais, a depender das suas características técnicas e do meio de inserção, sendo a quantidade e a intensidade desses impactos condicionadas pela relação meio *versus* empreendimento. Para cada impacto ambiental significativo identificado é necessário aplicar medidas preventivas e corretivas, que podem ser mitigadoras ou compensatórias (Sánchez & Gallardo, 2005).

Nesse contexto, é importante que as empreiteiras, assim como as contratadas para a gestão ambiental das obras, tenham excelência ambiental no mercado, que conduzam suas atividades com boas práticas, reduzindo o potencial dessas obras de causar significativos impactos ao meio ambiente, adotando boas práticas de gestão durante a AIA de projetos, como recomendado por Gallardo *et al.* (2016). Os impactos socioambientais ocasionados por essas obras geram atrasos no cronograma de energização das linhas de transmissão

perante a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o que pode acarretar a perda de milhões na receita anual da empresa, além de multas, paralização das obras e demais sanções por parte dos órgãos ambientais envolvidos, como, em nível federal, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e, estadual, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Em muitos segmentos produtivos, mensuram-se os resultados da gestão ambiental por meio de ferramentas de desempenho ambiental (Perotto, Canziani, Marchesi, & Butelli, 2008), que, de acordo com Mangueira, Gallardo e Gabriel (2015), pode inclusive implicar melhoria do desempenho organizacional. Khalili e Duecker (2013) destacam que operações sustentáveis exigem estratégias e estruturas para apoiar as iniciativas da organização de modo a reduzir as externalidades ambientais negativas. Chen, Ong e Hsu (2016) vão ainda além associando mudanças drásticas nas práticas corporativas em virtude da crescente atenção à proteção ambiental, tentando elucidar a relação entre práticas de gestão ambiental e desempenho financeiro de grandes empresas de construção de obras. Para Zhang, Wu e Shen (2015, p. 421), o setor da construção civil tem crescentemente se preocupado em incluir o “verde” como um dos objetivos do gerenciamento do próprio projeto.

Assim, neste artigo, tem-se como objetivo analisar como uma ferramenta de avaliação de desempenho ambiental pode ser utilizada para qualificar a contratação de empreiteiras por empresa do setor de energia elétrica para execução de obras de linhas de transmissão (LT) por meio da avaliação das práticas de gestão ambiental. Os objetivos específicos referem-se a: (a) identificar as não conformidades ambientais mais frequentes nas obras, com vistas a elaborar um plano de ação antes do início de cada obra, com a finali-



dade de evitá-las ou atenuá-las; (b) propor melhorias no Manual de Boas Práticas Ambientais da empresa; (c) selecionar as melhores empreiteiras no âmbito de boas práticas ambientais, assim a empresa contratante poderá utilizar essas informações para habilitar ou desabilitar as empreiteiras no processo de licitação.

Nesta pesquisa, tem-se como motivação contribuir para otimizar a contratação de empreiteiras com excelência ambiental, diminuindo atrasos e prejuízos, bem como evitando problemas com os órgãos ambientais e reduzindo, assim, o potencial de geração de passivos ambientais.

2 Avaliação de desempenho ambiental

Desde meados da década de 1970, as organizações vêm sofrendo pressões para demonstrarem um gerenciamento adequado em sua estrutura socioambiental (Pombo & Magrini, 2008) e divulgando suas práticas ambientais como forma de mostrar a inserção ambiental na sua cadeia de operações (Winandy & Gallardo, 2014). Os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), consolidaram-se no fim dos anos de 1980, compreendendo a estrutura organizacional, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e os recursos para preparar, aplicar, revisar e manter a política ambiental da empresa (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 1996), “os quais, dentre outros requisitos, exigem modelos para medição de desempenho ambiental, baseados em indicadores” (Sellitto, Borchartt, & Pereira, 2010, p. 96).

Segundo Gallardo e Sánchez (2006), o sistema de gestão ambiental é a ferramenta adequada para avaliar a eficácia das medidas mitigadoras na construção de grandes obras, verificada pelos autores na implantação da pista descendente

da rodovia dos Imigrantes. Mais recentemente, Gallardo, Cavallieri, Campos e Bitar (2015) também comprovaram que um robusto esquema de boas práticas de gestão ambiental foi fundamental para a construção de um dos mais relevantes empreendimentos lineares do estado de São Paulo, o trecho Sul do Rodoanel e para reduzir a significância dos impactos sobre dois dos principais mananciais para abastecimento público na região metropolitana paulista. Gallardo *et al.* (2016) demonstraram que os resultados da proteção ambiental na execução de grandes obras dependem da capacidade das construtoras em implementar medidas preventivas e corretivas, valendo-se do uso de ferramentas de gestão ambiental para demonstrar seu desempenho.

Com o avanço tecnológico, a busca por processos produtivos mais limpos, a competitividade, as pressões ambientais, surgiu a necessidade nas organizações em conhecer e avaliar seu desempenho, por meio do instrumento de Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) ou em inglês *Environmental Performance Evaluation* (EPE) (Costa, 2010). De acordo com a Norma Técnica brasileira – NBR ISO 14031:2004, a ADA pode ser entendida como um processo que visa a facilitar decisões gerenciais sobre o desempenho ambiental de uma organização por meio da seleção de indicadores, coleta e análise de dados, avaliação de informações de acordo com critérios de desempenho ambiental, divulgação, revisão e aperfeiçoamento desse processo (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2004) a Avaliação de Desempenho Ambiental tem por objetivo avaliar o desempenho de uma organização de forma contínua (Campos, 2001).

O setor da construção civil, em que se inserem as obras de linha de transmissão, como referem Vechi, Gallardo e Teixeira (2016), é responsável por significativos impactos ambientais, e uma série de serviços prestados por pequenas e médias

empresas é contratada por grandes empreiteiras, o que não as exime de avaliar o gerenciamento de aspectos ambientais de modo a reduzir a severidade dos impactos causados.

Gangoellés, Casals, Forcada, Fuertes e Roca (2013) mencionam que é reduzido o número de orientações para identificação e avaliação operacional dos impactos ambientais associados ao setor da construção civil. Tal assertiva alinha-se ao destacado por Rodríguez, Alegre e Martínez (2011) acerca da defasagem do setor da construção civil, por exemplo, com relação à indústria na gestão dos problemas ambientais.

Há vários trabalhos disponíveis na literatura concernentes à avaliação do desempenho ambiental, sobretudo, propostos para operações industriais. Os métodos para avaliação de desempenho ambiental apoiam-se, preferencialmente, na avaliação de indicadores de desempenho ambiental, por meio de tratamento estatístico de dados seguidos pela hierarquização relativa por meio de categorias (Liu, De Jong, & Huang, 2016; Zhang, Wang, & Wang, 2014), bem como por meio de indicadores ambientais comumente estabelecidos, por exemplo, aquecimento global e toxicidade (Mulyadi, Balogun, & Mativenga, 2015) e parâmetros de qualidade da água (Gallardo et al. 2015), cujos resultados são tratados preferencialmente de modo estatístico (Yang, Khan, Sadiq, & Amyotte, 2011). Campos e Melo (2008), em levantamento amplo da literatura, conseguiram identificar mais de 200 indicadores de desempenho ambiental para empresas que possuem SGA.

Castro, Morel, Leão e Sellitto (2005) propõem uma metodologia para avaliação do desempenho ambiental usando análise hierárquica abrangendo processos que causam impacto no meio ambiente aplicando-o a uma empresa fabricante de autopeças, com expressiva atuação em gestão ambiental.

Costa e Sánchez (2010) propuseram um método para avaliar o desempenho ambiental das obras rodoviárias, pautado na referência conceitual a norma ISO 14031:1999 (Environmental Management – Environmental Performance Evaluation – Guidelines), consistindo em um procedimento sistemático a ser usado para fiscalizar o desempenho ambiental das obras, tendo como subsídios as atividades de supervisão ambiental que objetivam identificar não conformidades, classificadas segundo três características ou atributos, a saber: (i) gravidade, (ii) implementação de ação corretiva e (iii) reincidência, utilizando dois tipos de indicadores – de conformidade legal e de conformidade ambiental.

3 Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como descritiva e de abordagem qualitativa com tratamento quantitativo de dados. Optou-se por conduzir a pesquisa por meio de estudo de multicasos de modo a validar o objetivo definido. O universo da investigação refere-se a empreendimentos de transmissão de energia elétrica do setor de energia elétrica paulista que foram recentemente submetidos ao processo de licenciamento ambiental no estado de São Paulo. Na seleção da amostra, intencionalmente, procurou-se identificar linhas de transmissão executadas em diferentes regiões do Estado, o que pressupõe distintas condições ambientais, e realizadas diferentes empreiteiras e consultorias ambientais, de modo a garantir diversificação de práticas ambientais a avaliar. Foram utilizados dados provenientes de documentos. Também se optou por utilizar um instrumento de pesquisa validado anteriormente que se refere ao desenvolvido por Costa e Sánchez (2010) para avaliação do desempenho ambiental em obras de recuperação de rodovias, tendo como referencial a norma

ISO 14031: 1999 (Environmental Management – Environmental Performance Evaluation – Guidelines) e procedimentos já utilizados em demais empreendimentos correspondentes (Costa & Sánchez, 2010).

3.1 Definição da amostra de pesquisa

Foram selecionados todos os empreendimentos de recondução, recapacitação, reconstrução e construção de linhas de transmissão conduzidos por grande empresa contratante do setor elétrico, que foram submetidos a licenciamento ambiental nos últimos seis anos, totalizando 15 iniciativas ou empreendimentos de linhas de transmissão (LT), apresentados na Tabela 1. Todos são localizados no estado de São Paulo, sendo 14 no interior, 1 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) que afeta mata nativa e 1 na Serra do Mar.

As obras foram executadas por seis diferentes empreiteiras e tiveram o acompanhamento da gestão ambiental da própria empresa contratante e de consultoria ambiental contratada, que realizava a supervisão diariamente das obras de cada linha de transmissão.

Do ponto de vista ambiental, esses 15 casos referem-se a obras lineares que remetem a inter-

venções pontuais, em termos de movimentação de terra, interferência em recursos hídricos e pouca supressão de vegetação e/ou em Área de Preservação Permanente (APP), pois se tratam de linhas de transmissão existentes, que foram submetidas a obras de reforços em seus sistemas. Desse modo, diferente da construção de outros empreendimentos lineares como novos traçados de gasodutos e rodovias, em que os impactos ambientais são invariavelmente significativos (Gallardo *et al.*, 2015), os impactos esperados para essas obras tendem a ser de baixa a média significância.

Tabela 1: Dados do empreendimento objetos de estudo na pesquisa

Empreiteira*	Linhas de transmissão*	Tipo de obra	Localização	Extensão "E" km**
Consórcio T-M-R	LTs do Sistema Parapanema	reconstrução e recapacitação	interior SP	104,36
E	LT 138 kV Ara - SC II	construção e reconstrução	interior SP	9,9
A	LT 138 kV Ara - RC I	reconstrução	interior SP	11,6
E	LT 138 kV SJBV II - PC	recapacitação	interior SP	17,4
L	LT 138 kV At II - Ma	construção	interior SP	9
E	LT 138 kV Val - NA	recapacitação	interior SP	10,6
L	LT 138 kV And - Val	recapacitação	interior SP	14,5
E	LT 138 kV MG I - SJBV II	recapacitação	interior SP	19
L	LT 138 kV RC I - Li I	recapacitação	interior SP	10,19
L	LT 138 kV At II - BP	construção	interior SP	7
L	LT 138 kV Bas - AS	recondução	Serra do Mar	6,3
R	LT 138 kV Cer III - Ita II	construção e reconstrução	interior SP	14
A	LT 138 kV Ara - PF	construção e reconstrução	interior SP	9
S	LT 138 kV Vot - SJRP	recapacitação	interior SP	8,49
A	LT 138 kV EG - Par	reconstrução	RMSP com mata nativa	7

* O nome das linhas de transmissão (LT) e o das empreiteiras estão abreviados para que não se identifique a empresa de transmissão de energia e para proteger a integridade das empreiteiras; ** Extensão apenas da intervenção
Fonte: Os autores.

3.2 Instrumentos de análise

Com vistas a contribuir para a promoção de excelência ambiental em obras contratadas por uma grande empresa que atua no setor elétrico, selecionou-se, como instrumento de pesquisa, a Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA), conforme orientações preconizadas na norma ISO 14:031 (Costa & Sánchez, 2010) para as obras de linhas de transmissão, como desenvolvido e testado por Costa e Sánchez (2010).

Embora a proposição de Costa e Sánchez (2010) tenha sido desenvolvida para obras de recuperação de rodovias, as semelhanças entre essas duas tipologias de empreendimentos – rodovias e linhas de transmissão, que são obras lineares de engenharia civil, justificou a adoção do método estabelecido por esses autores para atingir os objetivos na atual pesquisa. Nesse contexto, a ADA será utilizada para medir o desempenho de 15 obras de linhas de transmissão de energia elétrica (LT).

As obras de linhas de transmissão de energia elétrica (LT), por força de exigência do licenciamento ambiental são objeto de supervisão. A supervisão ambiental é um instrumento de gestão ambiental que compreende atividades que visam a observar o cumprimento das exigências legais – previstas no licenciamento ambiental, o que inclui as práticas de gestão ambiental e a identificação de suas não conformidades (Sánchez & Gallardo, 2005).

Após a seleção das 15 obras, seus relatórios mensais de supervisão ambiental foram analisados para a identificação do número de ocorrência das não conformidades ambientais (NCA). Em seguida, as NCAs foram analisadas segundo três critérios: Gravidade (GR), Implementação de Ação Corretiva (AC) e Reincidência (RE), adotando-se escala qualitativa e depois foi “estabelecida uma escala numérica, em que cada nível corresponde a um diferencial semântico com relação aos níveis precedente e subsequente, atribuindo-se um peso a cada nível” (Costa & Sánchez, 2010, pp. 240-250).

A Tabela 2 apresenta o resumo dos atributos, escalas e gravidade para as não conformidades ambientais. Os adotados para a implantação de Ação Corretiva (AC) e Reincidência (RE), conforme definido por Costa e Sánchez (2010), são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Para obtenção do desempenho mensal foram “somados os pontos atribuídos a GR, AC e RE para todas as não conformidades registradas no mês corresponde ao Valor do Desempenho Ambiental Mensal (VDAM), quanto maior esse valor, pior o desempenho ambiental da obra naquele mês”, como orientam Costa e Sánchez (2010, p. 251).

3.3 Teste de validação

As obras selecionadas apresentam extensões (Tabela 1) e períodos de execução distintos, o

Tabela 2: Resumo dos atributos para classificação da gravidade de uma não conformidade ambiental

Nível	Atributo				
	Severidade	Potencial de causar degradação ambiental em áreas adjacentes	Facilidade de implementação de ação corretiva	Localização*	Peso
Nível A	Leve (L)	Baixo (B)	Fácil (F)	OU	1
Nível B	Média (M)	Médio (M)	Médio (M)	OU	2
Nível C	Alta (A)	A (Alto)	Difícil (D)	OU	3
Nível D	L ou M	B ou M	F ou M	AL	4
Nível E	A	B ou M ou A	D	AL	5

*OU – Áreas sem restrição de ocupação; AL – Áreas Legalmente Protegidas
Fonte: Adaptada de Costa e Sánchez (2010).



Tabela 3: Resumo dos atributos para classificação da situação de atendimento de uma não conformidade ambiental

Implantação da Ação Corretiva (AC)	Valor	Gravidade (GR)
Não conformidade em atendimento (EA)	0	
Não conformidade atendida (AT)	0	
Não conformidade pendente (PE)	1	quando a Gravidade (GR) estiver entre 1 e 3
	2	quando a Gravidade (GR) for igual 4 ou 5
Não conformidade não atendida (NA)	2	quando a Gravidade (GR) estiver entre 1 e 3
	3	quando a Gravidade (GR) for igual 4 ou 5

Fonte: Adaptada de Costa e Sánchez (2010).

Tabela 4: Resumo dos atributos para classificação da reincidência de uma não conformidade ambiental

Reincidência (RE)	Valor	Gravidade
Quando registrada a primeira recorrência relacionada àquela não conformidade e o valor da Gravidade (GR) for igual a 1 ou 2	1	1 e 2
Quando registrada a segunda recorrência relacionada àquela não conformidade ambiental, ou quando do primeiro registro de recorrência, e o valor de Gravidade (GR) for igual a 3 ou 4	2	3 ou 4
Quando registrada qualquer não conformidade ambiental a partir da segunda reincidência, ou quando do registro da primeira reincidência, em que a Gravidade (GR) for igual a 5	3	5

Fonte: Adaptada de Costa e Sánchez (2010).

que também foi considerado por Costa e Sánchez (2010, p. 251) como um fator que pode interferir no número de não conformidades registradas e, conseqüentemente, no VDA_M . Para atenuar esse efeito e tornar comparáveis os índices, para cada obra foi calculado um Índice de Não Conformidade Ambiental da Linha de Transmissão ($INCA_{LT}$), ponderado pela extensão (km) e pelo tempo (meses) da obra.

Assim, obteve-se um valor representativo para os VDA_M de cada um dos 15 empreendimentos de linhas de transmissão, durante todo o período de obras, denominado Valor de Desempenho Ambiental Característico da LT (VDA_{LT}). Como o VDA_M apresenta-se heterogêneo ao longo da obra, Costa e Sánchez (2010) utilizaram a estatística, a partir da expressão matemática:

$$VDA_{LT} = \overline{VDA_M} + \frac{\sigma \times k_{0,9}}{\sqrt{n-1}}$$

$$\overline{VDA_M} = \frac{\sum_{i=1}^n VDA_{M_i}}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (VDA_{M_i} - \overline{VDA_M})^2}{n}}$$

Em que

$\overline{VDA_M}$: média aritmética dos VDA_M para “n” meses

$K_{0,90}$: coeficiente de *t-student* referente ao intervalo de confiança de 90% ($n-1$)

σ : desvio-padrão da população dos VDA_M para “n” meses.

Após a obtenção desses dados, calculou-se o Índice de Não Conformidade Ambiental ($INCA_{LT}$) para cada linha de transmissão, a partir da expressão matemática:

$$INCA_{LT} = \frac{VDA_{LT}}{E \times n} \times 10^2$$

Mesmo com os $INCA_{LT}$ obtidos, há de se avaliar qual ou quais linhas de transmissão apresentam um desempenho ambiental considerado aceitável ou satisfatório. Para isso, Costa e Sánchez (2010) propõem arbitrar um valor de referência, pois em obras que causam impactos ambientais não se pode esperar o atendimento integral de todos os requisitos. Mas como o trabalho de Costa e Sánchez (2010) foi dirigido à implantação de rodovias, cujo impacto tende a ser mais significativo que os das 15 linhas de transmissão analisadas, que sofreram apenas obras de melhorias no sistema (recondutoramento, recapacitação, reconstrução e construção de pequenos trechos) e que possuem faixa de servidão administrativa já instituída, pode-se esperar não conformidade zero por mês, porém não na obra como um todo.

O valor de referência foi denominado por Costa e Sánchez (2010) como Índice de Não Conformidade Ambiental Crítico ($INCA_{CR}$), considerado o valor a partir do qual as obras poderiam ser declaradas como em não conformidade ambiental ($INCA_{LT} > INCA_{CR}$), o empreendimento de linha de transmissão apresenta desempenho ambiental caracterizado como insuficiente ou insatisfatório.

Assim, obteve-se um intervalo de confiança com a seguinte expressão:

$$INCA_{lim} = \overline{INCA_{LT}} \pm k_{0,90} \times \sigma \times 10^2$$

Em que

$$\overline{INCA_{LT}} = \frac{\sum VDA_{LT}}{\sum (E \times n)}$$

$INCA_{lim}$ = Índice de Não Conformidade Ambiental Limite

σ : desvio-padrão do Índice de Não Conformidade Ambiental da LT ($INCA_{LT}$)

$K_{0,90}$: constante correspondente ao nível de confiança de 90%, igual a 1,282. De acordo com Costa e Sánchez (2010), nas análises estatísticas, normalmente são usados para k os valores de 90%, 95% e 99% correspondente ao *t-student* para 1,282; 1,645; e 2,327, respectivamente.

4 Resultados e discussão

Da consulta aos dados dos relatórios mensais de supervisão ambiental, foram registradas ao todo 84 NCAs, como 13 tipologias diferentes apresentadas na Figura 1. Dentre as NCAs, as ocorrências mais frequentes referem-se a: presença de concreto na frente de obras e de estradas de acesso a NCA mais registrada, com 17 ocorrências; ausência de banheiro químico (14); e presença de dejetos humanos e papel higiênico (8) (Figura 1). As obras de construção e reconstrução da LT 138 kV Cer III – Ita II foi o empreendimento que mais registrou NCAs (19), seguido das obras de reconstrução e recapacitação das LTs do Sistema Paranapanema (13) e das obras de reconstrução da LT 138 kV EG – Par (11).

A identificação das não conformidades ambientais mais recorrentes nas obras analisadas permite que sejam definidas orientações explícitas de cunho técnico e gerencial a serem contempladas no plano de ação antes do início de cada obra, com o intuito de evitá-las ou atenuá-las. Seja qual for a natureza dessas não conformidades, se técnica ou organizacional, de acordo com Campos e Melo (2008), para garantir sucesso na competitividade entre seus pares, as empresas devem continuamente monitorar seus indicadores de desempenho ambiental. Das três NCAs mais frequentes, observa-se que a primeira refere-se a melhoria de práticas de gestão ambiental na obra associadas a aspectos técnicos durante a constru-

ção, podendo ser relativa à falta ou ineficiência da medida mitigadora para controle de efluentes e resíduos nas frentes de obra; e as duas subsequentes estão relacionadas à falta de infraestrutura de apoio a obras e são mutuamente decorrentes. Não menos relevantes são as demais NCAs que foram observadas nas obras e que devem também ser destacadas no plano de ação.

Também se destaca que, a depender da área de inserção do empreendimento, determinados tipos de NCAs, por exemplo, aquelas relacionadas à supressão inadequada e ao aumento de processos erosivos em áreas vegetadas e protegidas, mesmo não sendo as mais frequentes devem receber destaque no plano de ação das obras em regiões com essas características.

Para cada NCA observada devem ser estabelecidos indicadores ambientais, medidas preventivas e corretivas, os quais devem ser submetidos a programas de monitoramento ambiental e a fim

de compor a revisão do Manual de boas práticas ambientais da empresa, adotando a premissa de melhoria contínua das normas de SGA (Pombo & Magrini, 2008; Sánchez & Gallardo, 2005). Segundo Perotto *et al.* (2008), é essencial avaliar a incerteza dos dados brutos para interpretar de modo adequado a informação provida pelos indicadores no contexto do SGA.

Foram calculados os VDA_{LT} , apresentados na Figura 2, correspondendo os maiores valores desse índice aos mesmos três empreendimentos (LT 138 kV Cer III – Ita II; LTs do Sistema Paranapanema e LT 138 kV EG – Par (11)).

Os resultados para o intervalo de confiança foram os seguintes:

$$\overline{INCA}_{LT} = 3,29 \approx 4,0$$

$$INCA_{lim} = 2,71 \approx 3,0 \text{ e } 5,12 \approx 5,0$$

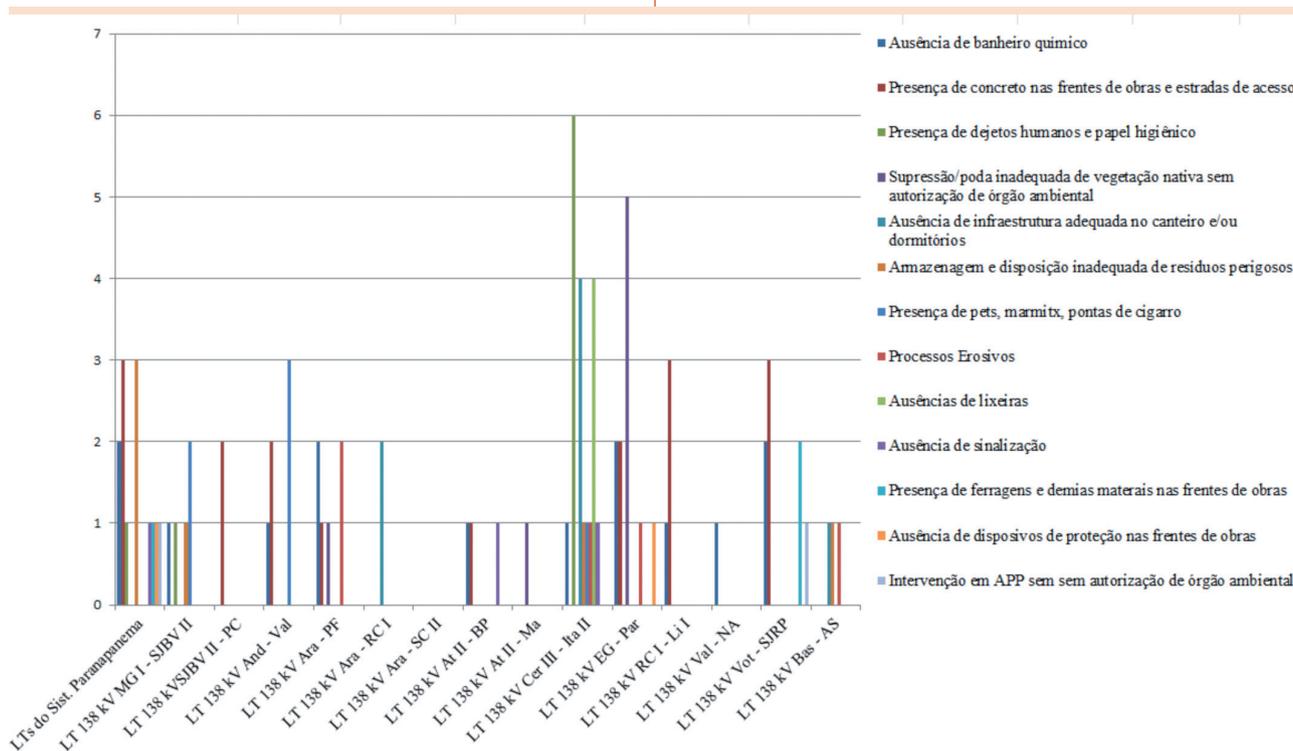


Figura 1: Não conformidades ambientais registradas por empreendimento

Nota: O nome das linhas de transmissão (LT) está abreviado para que não se identifique a empresa de transmissão de energia. APP = Área de Preservação Permanente.

Fonte: Os autores a partir dos dados da análise documental.

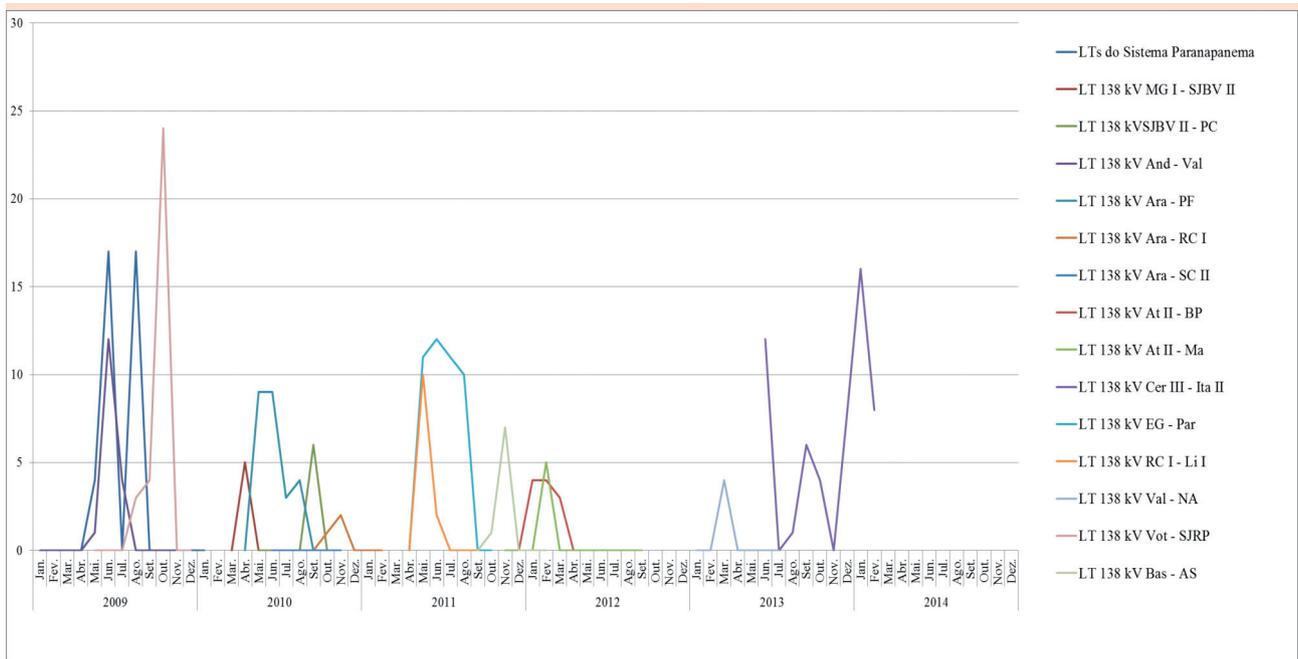


Figura 2: Valor do desempenho ambiental mensal (VDAM) por empreendimento
 Fonte: Os autores a partir dos dados da análise documental.

Com esses achados, foi possível desenvolver os intervalos de desempenho ambiental apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Intervalos de desempenho ambiental

Intervalo	Desempenho ambiental
< 3,0	Altamente satisfatório
3,1 - 4,0	Satisfatório
4,1 - 5	Insatisfatório
> 5,1	Altamente insatisfatório

Fonte: Adaptada de Costa e Sánchez (2010).

Os resultados da aplicação do critério proposto por Costa e Sánchez (2010, p. 253), acerca do (*INCALT*), são mostrados na Tabela 6.

Pela análise da Tabela 6, tem-se que a:

- Empreiteira R realizou apenas as obras de construção e reconstrução da LT 138 kV Cer III – Ita II e apresentou desempenho altamente insatisfatório, com o *INCALT* de 6,21, sendo o quarto pior resultado.
- Empreiteira S, com as obras de recapitação da LT 138 kV Vol – SJRP, apresentou o

desempenho altamente insatisfatório, com o segundo pior *INCALT*, 9,45.

- Empreiteiras do Consórcio T-M-R, com as obras de reconstrução e recapitação das LTs Sistema do Parapanema, apresentaram desempenho altamente satisfatório, com o segundo melhor *INCALT*, 0,55.
- Empreiteira A, com três obras realizadas, apresentou na reconstrução da LT 138 kV Ara – RC I desempenho ambiental altamente satisfatório, com o *INCALT* de 0,87, sendo o terceiro melhor resultado. Na construção e reconstrução da LT 138 kV Ara – PF, mostrou desempenho ambiental altamente insatisfatório, com *INCALT* de 6,41, sendo o terceiro pior resultado, e nas obras de reconstrução da LT 138 kV EG – Par, obteve o pior resultado dentre as 15 obras analisadas, com o *INCALT* de 13,57.
- Empreiteira E, que foi responsável por quatro obras, teve desempenho ambiental altamente satisfatório em todas, sendo o melhor resultado nas obras de construção e recons-

Tabela 6: Dados do empreendimento, extensão, meses, valores de $K_{0,90}$ em função dos valores $n-1$, o VDA_{LT} e o $INCA_{LT}$

Empreiteira*	Linhas de transmissão*	Extensão "E" km**	$\Sigma VDAM$	Meses (n)	\overline{VDA}_M	σ	$K_{0,90}$	VDA_{LT}	$INCA_{LT}$
Consórcio T-M-R	LTs do Sistema Parapananema	104,36	38	12	3,17	6,28	1,363	5,75	0,55
E	LT 138 kV Ara - SC II	9,9	0	6	0	0	1,476	0	0
A	LT 138 kV Ara - RC I	11,6	3	6	0,5	0,76	1,476	1	0,87
E	LT 138 kV SJBV II - PC	17,4	6	7	0,86	2,1	1,44	2,09	1,2
L	LT 138 kV At II - Ma	9	5	11	0,45	1,44	1,372	1,08	1,2
E	LT 138 kV Val - NA	10,6	4	7	0,57	1,4	1,44	1,39	1,32
L	LT 138 kV And - Val	14,5	17	12	1,42	3,38	1,363	2,8	1,93
E	LT 138 kV MG I - SJBV II	19	5	3	1,67	2,36	1,886	4,81	2,53
L	LT 138 kV RC I - Li I	10,19	12	6	2	3,65	1,476	4,41	4,33
L	LT 138 kV At II - BP	7	11	6	1,83	1,86	1,476	3,06	4,38
L	LT 138 kV Bas - AS	6,3	8	6	1,33	2,56	1,476	3,02	4,8
R	LT 138 kV Cer III - Ita II	14	55	9	6,11	5,22	1,397	8,69	6,21
A	LT 138 kV Ara - PF	9	25	7	3,57	3,74	1,44	5,77	6,41
S	LT 138 kV Vot - SJRP	8,49	31	8	3,88	7,75	1,415	8,02	9,45
A	LT 138 kV EG - Par	7	44	7	6,29	5,47	1,44	9,5	13,57

* O nome das linhas de transmissão (LT) e o das empreiteiras estão abreviados para que não se identifique a empresa de transmissão de energia e para proteger a integridade das empreiteiras ** Extensão apenas da intervenção.

Fonte: Os autores.

trução da LT 138 kV Ara – SC II, com o $INCA_{LT}$ zero. Esse valor pode ser atribuído a uma gestão ambiental fraca, e não a um desempenho excelente da empreiteira, pois é praticamente impossível uma obra não ter nenhuma não conformidade ambiental, mesmo sendo obra de baixo impacto ambiental, por isso, para o *ranking*, esse obra foi desconsiderada. Nas demais obras, os resultados do $INCA_{LT}$ foram respectivamente: 1,20 nas obras de recapacitação da LT 138 kV SJBV II – PC; 1,32 nas de recapacitação da LT 138 kV Val e 2,53 nas de recapacitação da LT 138 kV MG I – SJBV II.

- Empreiteira L foi a que realizou mais obras, cinco, e apresentou desempenho altamente satisfatório nas obras de construção da LT 138 kV At II – Ma, com $INCA_{LT}$ de 1,20 e nas obras de recapacitação da LT 138 kV And – Val, com $INCA_{LT}$ de 1,93. Nos demais empreendimentos teve desempenho am-

biental insatisfatório: recapacitação da LT 138 kV RC I – Li I o $INCA_{LT}$ foi de 4,33; na construção da LT 138 kV At II – BP, o $INCA_{LT}$ foi 4,38, e no recondutoramento da LT 138 kV Bas – AS, o $INCA_{LT}$ foi 4,80.

Dos 15 empreendimentos analisados, oito apresentaram desempenho altamente satisfatório; quatro, altamente insatisfatório; e três, insatisfatório. Se desconsiderado o resultado da reconstrução da LT 138 kV Ara – SC II, que obteve zero não conformidades durante as obras, tem-se sete obras com desempenho ambiental altamente satisfatório; e sete abaixo do considerado satisfatório. Portanto, os restantes 50% das obras não atingiram um nível de desempenho satisfatório.

Para se estabelecer, com esses resultados, um *ranking* das empreiteiras, os valores dos $INCA_{LT}$ de cada obra foram separados por empreiteira, somados e divididos pelo número de obras que cada empreiteira foi responsável. Assim, obteve-se

o valor da média do índice de não conformidade ambiental por empreiteira (INCAE), como apresentado na Tabela 7.

Uma análise pormenorizada pode ainda ser realizada a fim de verificar o período (mês ou meses) em que os valores do *INCALT* apresentam-se superiores ao *INCACR*, o que corresponderiam, como definido por Costa e Sánchez (2010, p. 253), como um “tempo crítico”, no qual a empresa se encontraria em situação de não conformidade ambiental, o que poderia subsidiar a definição de cláusulas contratuais para a qualificação destas.

A Empreiteira E realizou quatro obras, mas para o *ranking* foram consideradas apenas três, pelo descarte daquela que não apresentou sequer uma não conformidade durante as obras de reconstrução da LT 138 kV Ara – SC II. Isso não alterou seu posicionamento, pois se consideradas as quatro obras, a média do *INCALT* será de 1,26 e, se consideradas três, a média será de 1,68, continuando em segundo lugar.

Da análise da Tabela 7, verifica-se que duas empreiteiras possuem resultados de ADA altamente satisfatórios; uma teve resultado satisfatório, e

três altamente satisfatório. Os achados da pesquisa apontaram que as Empreiteiras do Consórcio T-M-R obtiveram o melhor desempenho ambiental, seguidas pelas empreiteiras E e L.

Assim, é possível classificar e, eventualmente, hierarquizar as empreiteiras quanto às práticas ambientais utilizadas durante as obras, o que pode servir como um instrumento balizador para habilitação ou não de empreiteiras durante processos licitatórios. Esses achados se coadunam àqueles encontrados por Castro *et al.* (2005, p. 21) que destacam que a avaliação de desempenho ambiental e a consequente hierarquização permite “quantificar e estabelecer decisões estratégicas” pela empresa e aludindo ao destacado por Mangueira *et al.* (2015) que o investimento em práticas ambientais pode melhorar o desempenho da organização. De igual modo, Chen *et al.* (2016) demonstraram que o financiamento para grandes obras decorre da adoção das práticas de gestão ambiental no contexto de empresas construtoras, considerando ainda a importância da governança dos sistemas de gestão ambiental para esse êxito. Para Zhang *et al.* (2015), a adoção de SGA demonstra o com-

Tabela 7: Média dos índices de não conformidade ambiental por empreiteira

Empreiteiras	Obras	INCALT	Nº de obras	Soma dos INCALT	Média dos INCAE
Consórcio T-M-R	LTs do Sistema Paranapanema	0,55	1	0,55	0,55
E	LT 138 kV Ara - SC II*	0*	*3	5,05	1,68
	LT 138 kV SJBV II - PC	1,2			
	LT 138 kV Val - NA	1,32			
	LT 138 kV MG I - SJBV II	2,53			
L	LT 138 kV At II - Ma	1,2	5	16,64	3,33
	LT 138 kV And - Val	1,93			
	LT 138 kV RC I - Li I	4,33			
	LT 138 kV At II - BP	4,38			
	LT 138 kV Bas - AS	4,8			
R	LT 138 kV Cer III - Ita II	6,21	1	6,21	6,21
A	LT 138 kV Ara - RC I	0,87	3	20,85	6,95
	LT 138 kV Ara - PF	6,41			
	LT 138 kV EG - Par	13,57			
S	LT 138 kV Vot - SJRP	9,45	1	9,45	9,45

Fonte: Os autores.

promisso da empresa com relação ao desempenho ambiental, podendo melhorar este e atrair clientes potenciais, o que corrobora a premissa do estudo que a avaliação das organizações por meio de ferramenta de desempenho ambiental pode contribuir para selecionar empresas de maior qualidade na prestação de serviços.

5 Conclusões

Conclui-se que a ferramenta de avaliação de desempenho ambiental (ADA), adaptada de Costa e Sánchez (2010) para o contexto de obras de linhas de transmissão, permite que a empresa contratante do setor de energia elétrica possa qualificar as empreiteiras para execução de obras diversas de linhas de transmissão, por meio da avaliação das práticas de gestão ambiental empregadas.

Os resultados permitiram constatar que é possível identificar e conseqüentemente selecionar as empreiteiras que se valem de boas práticas ambientais durante a realização das obras.

A análise das não conformidades ambientais possibilita ao mesmo tempo elaborar um plano de ação prévio ao início das obras, bem como consubstanciar, do ponto de vista técnico e gerencial, o conteúdo do Manual de Boas Práticas Ambientais da empresa contratante de obras de linhas de transmissão do setor elétrico.

Para a prestação de serviços especializados, nos quais estão incluídas as empreiteiras que realizam obras específicas, como as de linhas de transmissão, é imprescindível que suas atividades sejam avaliadas no âmbito ambiental, para que nem a contratante seja prejudicada e tampouco o meio ambiente.

Recomenda-se que, durante o processo de contratação das empreiteiras pelo setor, o instrumento de Avaliação de Desempenho Ambiental proposto seja considerado na análise técnica para

habilitação destas. Apesar de a contratante dispor da “Especificação Técnica” para a contratação de empreiteiras e realizar reuniões junto às contratadas, recomenda-se que essa especificação reforce a importância de não somente cumprir à legislação ambiental, mas também de adotar práticas de gestão ambiental efetivas durante as obras que promovam sua melhoria contínua, em consonância ao esperado quando se tem um sistema de gestão ambiental implantado numa empresa.

Também se recomenda a revisão do “Manual de Boas Práticas Ambientais”, que deverá conter itens específicos quanto às não conformidades mais frequentes – mas não limitados a essas – além de previsão de multas contratuais no caso do não cumprimento da legislação ambiental e das medidas preventivas e mitigadoras durante as obras, principalmente aquelas explícitas nos documentos técnicos do licenciamento ambiental.

Referências

- Aquila, G., Rocha, L. C. S., Rotela Junior, P., Pamplona, E. O., Queiroz, A. R., & Paiva, A. P. (2016). Wind power generation: an impact analysis of incentive strategies for cleaner energy provision in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1100-1108.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1996). *NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004). *NBR ISO 14031: Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – diretrizes*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Campos, L. M. de S. (2001). *SGADA – Sistema de Gestão e Avaliação de Desempenho Ambiental: uma proposta de implementação*. Tese de doutorado, Engenharia de Produção e Sistema, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Campos, L. M. S., & Melo, D. A. (2008). Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Produção*, 18(3), 540-555.

- Castro, S. O. de, Morel, E. P., Leão, G. T., & Sellitto, M. A. (2005). Metodologia para avaliação de desempenho ambiental em fabricação utilizando um método de apoio à decisão multicriterial. *Estudos Tecnológicos*, 1(2), 21-29.
- Chen, P. H., Ong, C. F., & Hsu, S. C. (2016). Understanding the relationships between environmental management practices and financial performances of multinational construction firms. *Journal of Cleaner Production*, 139, 750-760.
- Costa, R. M. (2010). *O papel da supervisão ambiental e proposta de avaliação de desempenho ambiental em obras rodoviárias*. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Costa, R. M., & Sánchez, L. E. (2010). Avaliação do desempenho ambiental de obras de recuperação de rodovias. *Rem: Revista Escola de Minas*, 63(2), 247-254.
- Empresa de Pesquisa Energética. (2016). *Balanço Nacional de Energia. Relatório Síntese*. Recuperado em 30 de agosto, 2016, de https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2016_Web.pdf
- Gallardo, A. L. C. F., & Sánchez, L. E. (2006). Práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da rodovia dos Imigrantes – atenuação de impactos sobre o meio físico em ambientes frágeis. *Solos e Rochas*, 29, 341-358.
- Gallardo, A. L. C. F., Aguiar, A. O., & Sánchez, L. E. (2016). Linking environmental assessment and management of highway construction in southeastern Brazil. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 28(1), 1650002-1- 1650002-27.
- Gallardo, A. L. C. F., Cavalhieri, C. P., Campos, S. J. A. M., & Bitar, O. Y. (2015). Improving effectiveness of mitigation measures in EIA follow-up. *Management of Environmental Quality*, 26, 518-537.
- Gangoellés, M., Casals, M., Forcada, N., Fuertes, A., & Roca, X. (2013). Model for enhancing integrated identification, assessment, and operational control of on-site environmental impacts and Health and safety risks in construction firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(2), 138-147.
- Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21(59), 7-20.
- Goldemberg, J., & Moreira, J. R. (2005). Política energética no Brasil. *Estudos Avançados*, 19(55), 215-228.
- Khalili, N. R., & Duecker, S. (2013). Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework. *Journal of Cleaner Production*, 47, 188-198.
- Liu, L., De Jong, M., & Huang, Y. (2016). Assessing the administrative practice of environmental protection performance evaluation in China: the case of Shenzhen. *Journal of Cleaner Production*, 134, 51-60.
- Lucon, O., & Goldemberg, J. (2009). Financial crisis, energy and sustainability in Brazil. *Estudos Avançados*, 23(65), 121-130.
- Mangueira, F. O, Gallardo, A. L. C. F., & Gabriel, M. L. D. S. (2015). Análise dos efeitos da gestão ambiental no desempenho organizacional de oficinas de reparação automotiva no município de São Paulo. *Exacta*, 13(2). p. 269-273.
- Moretto, E. M. Gomes, C. S., Roquetti, D. R. & Jordão, C. O. (2012). Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. *Ambiente & Sociedade*, 15(3), 141-164.
- Mulyadi, I. H., Balogun, V. A., & Mativenga, P. T. (2015). Environmental performance evaluation of different cutting environments when milling H13 tool steel. *Journal of Cleaner Production*, v. 108, 110-120.
- Nogueira Junior, J., & Marques, A. S. (1998). Linhas de transmissão e dutovias. *Geologia de Engenharia*. (pp. 475-485). São Paulo: ABGE.
- Perotto, E., Canziani, R., Marchesi, R., & Butelli, P. (2008). Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study. *Journal of cleaner production*, 16(4), 517-530.
- Pombo, F. R., & Magrini, A. (2008). Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. *Revista Produção*, 15, 1-10.
- Rodríguez, G., Alegre, F. J., & Martínez, G. (2011). Evaluation of environmental management resources (ISO 14001) at civil engineering construction worksites: a case study of the community of Madrid. *Journal of Environmental Management*, 92(7), 1858-1866.
- Sanchez, L. E., & Gallardo, A. L. C. F. (2005). On the successful implementation of mitigation measures. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 23(3), 182-190.
- Sellitto, M. A., Borchardt, M., & Pereira, G. M. (2010). Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. *Gestão & Produção*, 17, 95-109.
- Vainer, C. B. (2007). Recursos hidráulicos: questões sociais e ambientais. *Estudos Avançados*, 21(59), 119-137.
- Vechi, N. R. G., Gallardo, A. L. C. F., & Teixeira, C. E. (2016). Aspectos ambientais do setor da construção civil: uma contribuição para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços. *S & G. Sistemas & Gestão*, 11, p. 17-30.



Winandy, A. J. C., & Gallardo, A. L. C. F. (2014). Análise das práticas de gestão ambiental divulgadas pelo varejo supermercadista. *Revista Gestão Industrial*, 10(4), 925-948.

Yang, M., Khan, F. I., Sadiq, R., & Amyotte, P. (2011). A rough set-based quality function deployment (QFD) approach for environmental performance evaluation: a case of offshore oil and gas operations. *Journal of Cleaner Production*, 19(13), 1513-1526.

Zhang, W., Wang, W., & Wang, S. (2014). Environmental performance evaluation of implementing EMS (ISO 14001) in the coating industry: case study of a Shanghai coating firm. *Journal of Cleaner Production*, 64, 205-217.

Zhang, X., Wu, Y., & Shen, L. (2015). Embedding “green” in project-based organizations: the way ahead in the construction industry?. *Journal of Cleaner Production*, 107, 420-427.

Recebido em 13 mar. 2016 / aprovado em 24 out. 2016

Para referenciar este texto

Nadruz, V. N. et al. Avaliação de desempenho ambiental a partir das práticas de gestão ambiental para qualificação da contratação de obras de linhas de transmissão. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 187-202, 2017.