

PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EM OBRAS RODOVIÁRIAS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IV-012>

Nayara de Freitas Nogueira Silveira (*), Bruna D'Angela de Souza.

* Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

RESUMO

Indicadores e índices são amplamente utilizados na ciência para comparar séries históricas e definir níveis de qualidade ambiental pois permitem e favorecem a compreensão de eventos complexos e comportamentos do ambiente. O indicador de desempenho, no que lhe concerne, auxilia as decisões gerenciais e propicia a evolução do sistema de gestão ambiental da organização. Na gestão ambiental de obras rodoviárias a lógica é semelhante, podendo os indicadores permitirem a avaliação do sistema, bem como sua melhoria e aperfeiçoamento contínuos. Considerando a necessidade de definir e padronizar indicadores para avaliação do desempenho do sistema de gestão ambiental, no que tange à qualidade do ar, foi proposto este estudo. Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva com aplicação de questionários e uso do método Delphi para escolha e definição de indicadores de desempenho da gestão, da operação e da condição ambiental da qualidade do ar nas áreas de uso e apoio de obras rodoviárias. Espera-se que, por meio dos indicadores, se possa controlar e monitorar a qualidade do ar, bem como reduzir as não conformidades do sistema de gestão ambiental e melhorar o seu desempenho.

PALAVRAS-CHAVE: Indicador, Índice, Gestão Ambiental, Qualidade do Ar.

INTRODUÇÃO

A tomada de decisão em âmbito gerencial deve ser sustentada por estatísticas, estudos e séries históricas cuja análise pode ser simplificada com indicadores de desempenho bem delineados. Em vista disso a NBR 14.031:2015 definiu a avaliação de desempenho e apresentou duas categorias de indicadores que corroboram para a melhoria do processo de gestão organizacional, sendo eles: os indicadores de desempenho ambiental (IDA) e os indicadores de condição ambiental (ICA) que refletem e apresentam resultados sobre os três pilares da sustentabilidade.

Dessa forma, visando melhorar o sistema de gestão ambiental em obras rodoviárias, em especial o seu desempenho em relação à qualidade do ar, foi proposto este estudo que busca definir indicadores para avaliar o desempenho ambiental das obras e subsidiar decisões em níveis gerenciais.

Para concretização da pesquisa foi utilizado o método Delphi que é composto por quatro fases. A primeira “rodada” baseou-se no envio de formulário contendo perguntas sobre os possíveis indicadores para um grupo pré- selecionado de especialistas. As respostas obtidas foram tratadas e relatadas na segunda rodada da pesquisa, dando aos pesquisadores a possibilidade de modificar ou aperfeiçoar sua resposta. A métrica adotada nos questionários para seleção dos indicadores mais aplicáveis foi a técnica de Likert que avaliou o grau de relevância da questão apresentada.

Além da definição dos indicadores, a pesquisa ainda levantou agentes poluidores e suas respectivas fontes nas áreas de uso e apoio para que, a partir dos parâmetros de qualidade do ar, fosse possível calcular índices de poluição para potencializar e sustentar decisões de avaliação de desempenho em relação à gestão ambiental das obras. Sendo assim, trata-se de pesquisa exploratória e descritiva que alcançou seu objetivo de definição dos indicadores de desempenho com base no conhecimento prático de um conjunto de especialistas.

Espera-se que a aplicação dos indicadores definidos na pesquisa traga inúmeros benefícios à gestão ambiental e à qualidade do ar nas áreas de uso e apoio de obras e nas terras lindeiras. O trabalho, portanto, possui significativa importância socioambiental ao estimular e propor meios para avaliação e melhoria contínua do sistema de gestão ambiental e por conseguinte redução dos impactos das obras à qualidade do ar.

OBJETIVOS

O trabalho visa demonstrar os parâmetros utilizados e propor indicadores de desempenho para avaliação, controle e monitoramento da qualidade do ar em canteiros e unidades industriais ou de apoio de obras rodoviárias. E dessa forma colaborar com a gestão ambiental das rodovias e o desenvolvimento sustentável do setor.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva com aplicação de questionários e uso do método Delphi para escolha e definição de indicadores de desempenho da gestão, da operação e da condição ambiental da qualidade do ar para implantação e medição nas áreas de uso e apoio de obras rodoviárias.

O método utilizado no questionário foi o Método de Avaliações Sumárias ou como é mais conhecido Técnica de Likert, uma escala psicométrica muito utilizada em questionários de investigação. A partir dessa técnica, foi possível valorar em níveis de importância o indicador apresentado levando em consideração as experiências dos participantes. Foi utilizada a escala de 1 a 4 em grau de importância da questão apresentada e os questionários foram remetidos três vezes.

Na última rodada, os participantes foram convidados a rever as respostas de acordo com as estatísticas de respostas do grupo. Os dados foram dispostos em planilhas no Microsoft Excel de acordo com o questionário correspondente e seguiu-se a análise utilizando o software “Action” para confecção dos gráficos box-plot.

Com mais detalhes, esta pesquisa parte de um conjunto maior de possíveis indicadores de desempenho que foram selecionados a partir da observação da prática no dia a dia das obras, e da pesquisa bibliográfica, para um grupo menor de indicadores, denominados “chaves”, que foram selecionados por 25 especialistas, escolhidos de acordo com a experiência individual na área de gestão ambiental. A partir de um rol muito maior, foram escolhidos 19 possíveis indicadores “chaves” de desempenho para o critério “Qualidade do Ar” e agrupados de acordo com a classificação apresentada pela NBR 14.031:2015.

Cabe destacar que este trabalho, apesar de tratar apenas dos aspectos ambientais das obras que interferem na qualidade do ar, pertence a uma pesquisa maior na qual foram investigados vários fatores ambientais que sofrem interferência das atividades necessárias à concretização de uma obra rodoviária complexa.

RESULTADOS

Um indicador pode ser definido de diversas formas de acordo com o objetivo e a referência da literatura. Concisamente, trata-se de um instrumento de trabalho utilizado para decodificar e apresentar de forma simples fenômenos complexos, tendências e evoluções a partir da análise da série histórica de medições. (EEA, 2005, p.7 apud SILVA et al., 2012).

Sánchez (2013) apresenta os indicadores como meios ou vias que proporcionam uma adequada interpretação de dados e informações ambientais. Na Figura 1 está ilustrada a pirâmide da informação ambiental proposta pelo autor. Nela é possível verificar que a partir de um tratamento prévio dos dados primários, e com o uso de indicadores, é possível estabelecer índices para que se complete a análise de uma informação ambiental. O indicador é, portanto, uma ferramenta gerencial capaz de demonstrar de forma rápida e simples modificações em um sistema ou em um ambiente estudado (SILVA et al., 2012).

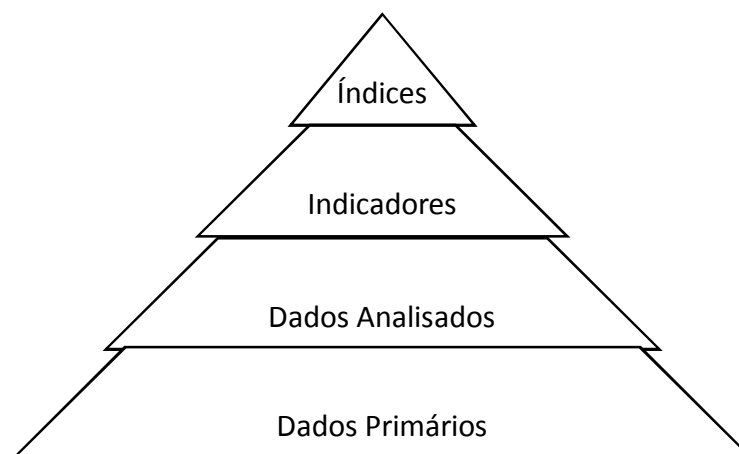


Figura 1: Pirâmide da Informação Ambiental. Fonte: Hammond et al., 1995 apud SÁNCHEZ, 2013, p. 292.

Indicadores ambientais podem capturar dados complexos e transformá-los em uma estrutura comunicável, tal como um índice global (SELLITO et al, 2010). Conforme demonstrado na Figura 1, os índices compõem o topo da pirâmide de informação e se formam como resultado da transformação da informação primária pelos indicadores de desempenho ambiental (HAMMOND et al., 1995 apud SELLITO et al, 2010). Os indicadores são, portanto, indispensáveis na avaliação do desempenho e fornecem informações importantes na avaliação organizacional.

Para definir um indicador ideal, algumas características devem ser consideradas visando a sua versatilidade, aplicabilidade e praticidade (CAMINO, 1993, p. 49- 50; MASERA, 2000, p. 47; MARZALL, 1999, p. 38- 39 apud MACHADO et al., 2002, p. 45). São elas:

- Significância para a avaliação do sistema;
- Validade, objetividade, consistência e coerência;
- Sensibilidade a mudanças no tempo e no sistema;
- De fácil mensuração e baixo custo.

Observadas tais características no planejamento e na definição prévia dos indicadores e a partir de observação contínua da prática, o presente estudo levantou possíveis indicadores de desempenho passíveis de serem utilizados no âmbito da avaliação de desempenho da gestão ambiental para acompanhamento e monitoramento dos aspectos que se relacionam com o ar e no controle de sua qualidade.

Para compreender a escolha é preciso assimilar o conceito de desempenho ambiental. Segundo Zobel et al. (2002 apud SELLITO et al, 2010), o desempenho ambiental é definido como sendo uma informação analítica obtida a partir de um conjunto de indicadores “que permite comparar entre si, ou contra uma referência externa, requisitos ambientais em setores de uma empresa ou em empresas de uma indústria”.

Já a NBR ISO 14031:2015 define a avaliação de desempenho ambiental como um:

Processo para facilitar as decisões gerenciais com relação ao desempenho ambiental de uma organização por meio da seleção de indicadores, coleta e análise de dados, avaliando informações sobre o desempenho ambiental, relatando e comunicando e periodicamente, analisando criticamente e melhorando este processo (ABNT, 2015).

Portanto, segundo a norma, o desempenho ambiental é o resultado da mensuração permanente da gestão de uma organização sobre os aspectos ambientais que promove e dissemina informação a respeito da gestão ambiental. A mensuração se dá a partir do uso de indicadores chaves para comparar diversas fases do empreendimento (ABNT, 2015).

A NBR ISO 14031:2015 sintetiza duas categorias de indicadores para a avaliação de desempenho, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Indicadores para avaliação de desempenho. Fonte: ABNT, 2015 - Adaptado.

Indicadores de Condição Ambiental (ICA)	Fornecem informações sobre o ambiente. (ABNT, 2015)
Indicadores de Desempenho Ambiental (IDA)	Demonstram os resultados dos programas de gestão ambiental e se divide em: => Indicador de desempenho de Gestão (IDG) => Indicadores de Desempenho Operacional (IDO). Os IDG fornecem informações sobre o empenho da gestão em influenciar o desempenho da organização, já os IDO fornecem informações sobre o desempenho operacional da organização. (ABNT, 2015)

A Tabela 1 apresenta um resumo do número de participantes efetivos das três rodadas da pesquisa e do quantitativo de indicadores “chaves” selecionados do rol geral, de acordo com a definição apresentada na NBR 14031:2015.

Tabela 1: Quantitativo de indicadores levantados e participantes efetivos. Fonte: Silveira, 2015 - Adaptado.

Aspecto	Número de participantes efetivos	Subcritério	ICA	IDG	IDO
Físico	15 (60%)	Ar	1	2	8

Após a pesquisa ser finalizada e os dados tratados, os indicadores chaves para as obras rodoviárias no fator “ar” foram compilados conforme a definição apresentada na NBR 14031:2015 no Quadro 2. Cabe destacar que todos os indicadores levantados foram indicadores quantitativos, de forma que seus resultados numéricos pudessem compor uma expressão global de avaliação do desempenho da gestão ambiental das obras.

Os indicadores apresentados no Quadro 2 foram considerados os mais importantes na visão dos especialistas para avaliar o desempenho da gestão ambiental de obras. Percebe-se que os indicadores de desempenho operacional foram apresentados em maior quantidade já que refletem a realidade do dia a dia das obras em cada área de uso e apoio. Como as atividades de gestão compreendem toda a obra em visão gerencial, não foi necessário discriminar áreas para os indicadores de desempenho de gestão, já que, são aplicáveis a toda a obra.

Em especial no tocante ao indicador de condição ambiental, que remete aos parâmetros de qualidade do ar a serem medidos nas chaminés das instalações industriais, cabe ainda definir quais são os parâmetros de medição mais comuns nas obras rodoviárias. Na prática, em geral, se monitora parâmetros de qualidade do ar apenas nas instalações que geram algum tipo de efluente gasoso.

É comum monitorar níveis de fumaça e de partículas totais em suspensão (PTS) nas instalações industriais. Entretanto, a depender da licença ambiental e dos componentes dos insumos e matéria prima, podem ainda ser monitorados os níveis de dióxido de enxofre, de nitrogênio, de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e de material particulado (MP₁₀) e material particulado fino (MP_{2,5}). E ainda, todas as instalações industriais devem ser dotadas de equipamentos de controle e tratamento de efluentes gasosos, como filtros manga nas chaminés. O Quadro 3 apresenta os principais agentes e fontes poluidoras relacionados com obras rodoviárias de acordo com a Norma DNIT 070/2006-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.

Quanto às demais áreas de uso e apoio de obras, apesar das emissões de poluentes e efluentes no ar ser menos significativas, medidas mitigadoras são adotadas com vistas a reduzir os impactos das obras ao meio ambiente e à sociedade local.

Em relação aos poluentes monitorados e destacados no Quadro 3, cabe ressaltar que a Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, estabeleceu padrões de qualidade do ar e definiu o Índice de Qualidade do Ar – IQAR como “valor utilizado para fins de comunicação e informação à população que relaciona as concentrações dos poluentes monitorados aos possíveis efeitos adversos à saúde.”

Em uma análise holística dos aspectos das obras, em relação à qualidade do ar, pode-se, posteriormente, empregar o índice de qualidade do ar, nos pontos onde seja possível seu monitoramento, e os indicadores de desempenho como instrumentos de gestão de qualidade do ar nas obras.

Conseqüentemente, a partir dos indicadores de desempenho sugeridos neste estudo é possível desenvolver uma equação para quantificar o desempenho da gestão ambiental e estabelecer padrões de qualidade ambiental para as obras, juntamente com o Índice de Qualidade do Ar. E, dessa forma, melhorar continuamente o sistema de gestão ambiental das obras rodoviárias (SGA).

Quadro 2: Relação de indicadores chaves propostos por área de uso e de apoio de obras rodoviárias. Fonte: Silveira, 2015 - Adaptado.

Classificação do indicador	Local de avaliação	Indicador chave para avaliação do desempenho da gestão ambiental
Indicador de desempenho de gestão (IDG)	Áreas de Uso de Obras em geral	Percentual de inconformidade ambiental comunicada oficialmente à Construtora/nº de inconformidades existentes
		Percentual de inconformidades atendidas com medidas preventivas ou corretivas/ número de inconformidades registradas
Indicador de desempenho operacional (IDO)	Caminhos de Serviço	Percentual de medidas mitigadoras implantadas para minimizar os impactos no ar da operação dos caminhos de serviço/número de medidas previstas
	Áreas de Desmatamento e Limpeza	Percentual de medidas mitigadoras implantadas para minimizar os impactos gerados pelo desmatamento e limpeza no ar/ número de medidas propostas
	Instalações industriais	Percentual de medidas mitigadoras que foram empregadas a fim de reduzir e controlar a emissão de particulados pelas chaminés/número de medidas propostas
		Percentual de condicionantes ambientais atendidas/ número total de condicionantes
		Percentual de autorizações e licenças obtidas para o funcionamento legal das instalações /número total de licenças necessárias
	Jazidas e Caixas de empréstimo	Percentual de campanhas de monitoramento da qualidade do ar realizadas/ número previsto
Aterros, Cortes e Bota-fora	Percentual de autorizações e licenças obtidas para o funcionamento legal dos bota-foras/número total de licenças necessárias	
Indicador de condição ambiental (ICA)	Instalações industriais	Percentual de autorizações e licenças obtidas para o funcionamento legal das jazidas e caixas de empréstimo/número total de licenças necessárias
		Percentual de parâmetros cujos resultados de medições em chaminés atenderam aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental/ número total analisado

Quadro 3: Fontes poluidoras e tipos de emissão de efluentes das áreas de uso e apoio de obras rodoviárias. Fonte: DNIT, 2006.

Agente Poluidor	Fontes Poluidoras
Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem, tráfego de veículos e vias de acesso
Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos
Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. (*) São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

CONCLUSÕES

Os indicadores são capazes de destringir fenômenos complexos em fatos e informações simples de serem interpretadas permitindo o estudo comparativo de dados de séries históricas. No tocante à qualidade ambiental, por se tratar de um tema complexo e que envolve diversas variáveis, os indicadores de desempenho podem ser tidos como instrumentos de gestão, essenciais à interpretação dos dados coletados.

Sendo assim e em atendimento às necessidades de desenvolvimento e melhoria contínua do SGA de obras rodoviárias, e visando a minimização dos impactos das obras rodoviárias na qualidade do ar, o presente estudo propôs indicadores “chaves” de avaliação de desempenho com intuito de que sejam utilizados para a verificação da regularidade da gestão ambiental das obras e na redução de inconformidades ambientais em relação à qualidade do ar.

Vários benefícios são esperados com a aplicação dos indicadores levantados neste estudo e no dia a dia da avaliação de desempenho, podendo-se citar a diminuição do número de não conformidades ambientais no SGA, a padronização dos sistemas e parâmetros de monitoramento da qualidade do ar, bem como a economia de recursos e melhoria da qualidade do ambiente de trabalho nas áreas de uso e apoio de obras.

O estudo conclui, ainda, que em uma análise holística do sistema, no tocante à qualidade do ar e às medições de monitoramento de poluentes, é possível utilizar-se do índice de qualidade do ar, definido na Resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018, juntamente com os indicadores de desempenho de forma a avaliar e comparar a condição ambiental, o desempenho operacional e de gestão das obras.

Portanto, o presente estudo vem atender a uma necessidade do sistema de gestão ambiental de obras rodoviárias e possui relevância técnica, social, econômica e ambiental na perspectiva do desenvolvimento sustentável do sistema de transportes do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Seção 1.
2. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de transportes. **Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento**. NORMA DNIT 070/2006 – PRO. Rio de Janeiro. 2006.

3. MACHADO, D. C.; ECKERT, C.; AZAMABUJA, J. L. B. de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, p.44- 52, out.- dez. 2002. Disponível em <<http://www.ernestoamaral.com/docs/fip-112/biblio/DePonti2002.pdf>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.
4. SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 584 p.
5. SELLITO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, M. G. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 95-109, 2010.
6. SILVA, A. W. L.; SELIG, P. M.; MORALES, A. B. T.. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.15, n.3, p.75-96, set.- dez. 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v15n3/a06v15n3.pdf>>. Acesso em 10 de janeiro de 2020.
7. SILVEIRA, N. **Proposição de Metodologia para Avaliar o Desempenho da Gestão Ambiental em Obras de Implantação e Pavimentação de Rodovias**. Dissertação (Mestrado). p. 244. Viçosa, 2015.