

# MANUAL TÉCNICO

## Indicadores para Gestão Ambiental de Obras Aeroportuárias



Márcio Carneiro Boaventura  
2023

Márcio Carneiro Boaventura  
Maria Tereza Duarte Dutra  
Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

## Manual Técnico Indicadores para a Gestão Ambiental de Obras Aeroportuárias

Manual técnico fruto da dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, para qualificação como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Linha de Pesquisa: Gestão para Sustentabilidade

Coautores: Maria Tereza Duarte Dutra e Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa

Diagramação: Márcio Carneiro Boaventura

1. Indicadores 2. Gestão Ambiental 3. Obras Aeroportuárias

Boaventura, Márcio Carneiro

Manual técnico [livro eletrônico] : indicadores para gestão ambiental de obras aeroportuárias / Márcio Carneiro Boaventura, Maria Tereza Duarte Dutra, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa. -- Recife, PE : Ed. dos Autores, 2023.

PDF

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-79898-2

1. Aeroportos - Brasil 2. Gestão ambiental  
3. Indicadores ambientais 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) I. Dutra, Maria Tereza Duarte. II. Barbosa, Ioná Maria Beltrão Rameh. III. Título.

23-171880

CDD-387.7360981

### Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Gestão ambiental : Obras aeroportuárias  
387.7360981

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

# Apresentação

Os aeroportos desempenham um papel de significativa importância na sociedade, uma vez que viabilizam a logística de pessoas e mercadorias em escala mundial. Segundo o *Airports Council International (2023)*, mesmo diante dos desafios impostos pela pandemia de COVID-19, espera-se um expressivo aumento no número global de passageiros, previsto para exceder 40% no período compreendido entre os anos de 2022 e 2027. Esse cenário demandará a expansão das atuais infraestruturas aeroportuárias, a fim de comportar adequadamente o volume crescente de viajantes.

Este manual técnico representa o produto educacional resultante da pesquisa "Aspectos e Impactos Ambientais de Obras de Infraestrutura do Aeroporto Internacional do Recife – Pernambuco – Brasil", desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Seu autor é o Engenheiro Civil Márcio Carneiro Boaventura, sob a orientação das Professoras Dra. Maria Tereza Duarte Dutra e Dra. Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa.

O propósito do presente manual consiste em apresentar e priorizar 30 indicadores de gestão ambiental específicos para obras de aeroportos, relacionando-os com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015. Esses indicadores foram agrupados em oito categorias distintas, a saber: Materiais, Energia, Combustíveis e Derivados de Petróleo, Águas e Efluentes, Emissões de Gases e Materiais Particulados, Geração de Resíduos Sólidos, Avaliação Ambiental de Fornecedores e Conformidade Ambiental. A ordenação dos indicadores foi realizada a partir da avaliação da consulta de 114 especialistas em gestão ambiental e construção de aeroportos atuantes em seis países.

A utilização dos indicadores propostos é essencial para exercer um maior controle sobre as variáveis ambientais ao longo do processo de construção de uma infraestrutura aeroportuária, permitindo a mensuração e comparação das informações com outras referências. A adoção de um sistema de indicadores ambientais na construção de aeroportos contribui para a minimização e mitigação dos danos ao meio ambiente decorrentes desse tipo de empreendimento. Por conseguinte, recomenda-se enfaticamente a incorporação dos indicadores de sustentabilidade como instrumento fundamental para auxiliar nas tomadas de decisões e fomentar a gestão ambiental durante o curso de uma obra de aeroporto.

## Sumário

Introdução	5
Método de seleção dos indicadores	6
Indicadores propostos por categoria	7
Priorização dos indicadores propostos	17
Considerações finais	18
Referências	19

# Introdução

As obras de implantação e ampliação de um aeroporto são empreendimentos complexos que demandam a mobilização de diversos recursos naturais e podem afetar significativamente o meio ambiente. Casagrande (2018) afirma que a implantação, expansão e operação de um aeroporto consome grande quantidade de recursos naturais e deve-se adotar estratégias de mitigação dos aspectos e impactos ambientais durante a fase de obra. De acordo com Villegas *et al.* (2018), há uma maior concentração de impactos ambientais ao longo de uma obra de infraestrutura durante a fase de construção em comparação a fase de planejamento.

Para Lima *et al.* (2016) a identificação dos aspectos ambientais, na construção civil, contribui para que sejam analisadas as atividades/produtos/serviços causadores, de forma que seja possível mapear suas falhas e possibilite a adoção de ações mitigadoras dos impactos ambientais. Nesse contexto, Froufe *et al.* (2020) afirmam que a adoção de indicadores ambientais desempenha um papel crucial na gestão ambiental dos canteiros de obras. Esses indicadores fornecem uma base sólida para analisar e avaliar os impactos gerados ao longo do processo construtivo, bem como para orientar a tomada de decisões pelos diferentes stakeholders envolvidos no projeto.

Philippi Jr e Malheiros (2013) ressaltam a relevância dos indicadores de sustentabilidade como instrumentos valiosos para aferir o desempenho ambiental das obras e facilitar a comunicação e o engajamento com os interessados. Por sua vez, Vechi *et al.* (2016) destacam que o monitoramento constante dos indicadores de sustentabilidade ao longo da execução de uma obra proporciona uma estimativa mais precisa dos impactos ambientais envolvidos, permitindo, assim, o estabelecimento de medidas de controle e mitigação mais eficazes.

Para garantir a efetividade dos indicadores, Dutra (2017) enfatiza a importância de selecioná-los de forma criteriosa, buscando informações originais e relevantes para o contexto específico, o que também contribui para a concisão e propriedade dos resultados obtidos. É por meio desses indicadores bem selecionados e aplicados que o setor da construção civil pode contribuir para alcançar os 17 ODS estabelecidos pela Agenda 2030 da ONU (2015), como ressaltado por Scrucca *et al.* (2023). Dessa forma, os indicadores ambientais não apenas atuam como instrumentos de controle e gestão, mas também como aliados fundamentais na busca por uma construção mais sustentável e alinhada com os princípios da responsabilidade ambiental global.

# Método de Seleção dos Indicadores

A seleção dos indicadores para a gestão ambiental em obras aeroportuárias baseou-se na experiência profissional do autor, na relevância identificada na literatura e nas categorias de indicadores pertinentes a projetos de infraestrutura aeroportuária, adaptadas da série 300 das normas do *Global Reporting Initiative* (GRI), um padrão amplamente reconhecido no cenário corporativo a nível mundial.

Para selecionar os indicadores a serem monitorados durante a realização de obras aeroportuárias foi elaborado um questionário estruturado, inicialmente com 97 indicadores ambientais, adaptado da metodologia do Painel Delphi. A avaliação da relevância dos indicadores foi obtida utilizando a escala de Likert de cinco pontos. A escolha desses métodos deveu-se à sua extensa aceitação no meio acadêmico para pesquisas desse tipo.

O questionário foi distribuído aos especialistas em gestão ambiental e construção de aeroportos por meio digital via *Google Forms*. A coleta de dados foi realizada durante o período de 18 a 31 de janeiro de 2023. É importante ressaltar que a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil e recebeu aprovação sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética nº 61469022.1.0000.0130.

As perguntas do questionário abordaram a aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável em canteiros de obras de aeroportos, com foco na dimensão ambiental. Após a coleta das respostas, os dados foram analisados levando em consideração os critérios listados a seguir:

- o grau de relevância dos indicadores levou em consideração aqueles que apresentaram as maiores frequências absolutas das respostas para cada grupo de indicadores.
- a análise dos dados considerou as medidas estatísticas de mediana e moda para cada categoria de indicadores, visto que as opções de relevância no questionário têm natureza ordinal.
- os indicadores selecionados foram os que demonstraram as maiores medianas e modas simultaneamente para cada uma das categorias de indicadores sugeridas.

Após a organização das respostas coletadas por meio do questionário, foi desenvolvida uma lista prioritária com 30 indicadores mais significativos para cada categoria, com base no nível de relevância indicado pelos especialistas. Simultaneamente, foram estabelecidas associações entre esses indicadores e os 17 ODS da Agenda 2030 da ONU (2015).

# Indicadores Propostos por Categorias

As categorias dos indicadores consideradas para a elaboração desse manual foi proposta a partir da adaptação de normas da série 300 do *Global Reporting Initiative*, por ser um padrão muito utilizado a nível mundial pelas organizações. A seleção restringiu apenas as classes de indicadores que apresentam relação com a construção e ampliação de aeroportos. Segundo a ONU (2015), o alcance das metas dos 17 ODS compete a "um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade".

Ainda de acordo com a instituição, são 17 os objetivos propostos que contribuem para atingir a Agenda 2030 e os mesmos estão ilustrados na Figura 1.

Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável proposto pela Organização das Nações Unidas



Fonte: ONU (2015)

A seguir é detalhada cada uma das categorias e os seus respectivos indicadores ambientais propostos associados aos ODS sugeridos pela ONU (2015).

## a) MATERIAIS

As obras aeroportuárias, por sua própria natureza e amplitude, demandam de um grande volume de materiais para sua construção e ampliação. Esse processo requer uma ampla variedade de materiais, desde os mais triviais como o cimento aos mais especializados a exemplo dos vidros utilizados nas fachadas que são resistentes aos impactos e devem garantir o isolamento termoacústico do Terminal de Passageiros. Uma maneira para se atender aos 17 ODS propostos pela ONU (2015) é através do monitoramento dos indicadores ambientais.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados abaixo:

- Uso de material reciclado: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 83,19% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 9 por meio do estímulo da indústria de reciclagem e do desenvolvimento de insumos reciclados. Proporciona a redução do impacto adverso da construção do empreendimento e auxilia no desenvolvimento de cidades sustentáveis atendendo as premissas do ODS 11. Além de estar aderente ao ODS 12, visto que o uso de materiais reciclados é uma prática de produção e consumo sustentável por reduzir a extração de recursos naturais.
- Uso de material reaproveitado: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 78,57% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 9 por meio do incentivo do desenvolvimento de infraestruturas construídas por materiais reaproveitados. Contribui com o ODS 11 através do desenvolvimento de cidades sustentáveis e por meio da redução do impacto adverso da construção. Promove a redução, reutilização e a minimização do desperdício dos materiais por intermédio do ODS 12.
- Controle de perdas de material por retrabalho: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 75,89% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 9 através da promoção da eficiência e qualidade da infraestrutura construída. Do ODS 11 por meio da construção eficiente para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. Além disso, do ODS 12, que busca pela garantia de padrões de produção e do consumo sustentável por esse tipo de empreendimento.

## b) ENERGIA

O consumo de energia ao longo de uma obra é uma variável que desperta grande interesse dos *stakeholders*. Destaca-se que são múltiplos os equipamentos e ferramentas que demandam do consumo de energia para a execução das atividades de construção e ampliação de um aeroporto. Uma boa gestão energética durante esse processo coopera diretamente com o cumprimento dos ODS propostos pela ONU (2015) e a utilização dos indicadores de sustentabilidade são fundamentais para o atingimento desses ODS.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Consumo de energia elétrica: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual

a 94,59% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 7 através da implementação de práticas de eficiência energética e pela priorização de fontes de energia limpa. No âmbito de uma obra aeroportuária, o ODS 9 pode ser atendido pela implantação de tecnologias inovadoras e de maior eficiência. O uso de equipamentos de baixo consumo energético e de emissão de gases atmosféricos reduzidos contribui para o ODS 13.

- Desperdício de energia: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 89,19% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera que o ODS 7 seja atendido por meio da identificação de pontos onde há a perda de energia nos cabos de alimentação elétrica da obra. Por meio do ODS 12 é possível buscar oportunidades de racionalizar o consumo energético e aumentar a produção de maneira sustentável do empreendimento através de capacitação da mão de obra. Priorizar pela aquisição de equipamentos novos e de baixo consumo energético para atingir o ODS 13.

### c) COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO

O consumo de combustíveis e derivados de petróleo para execução de obras aeroportuárias é significativo, visto esse tipo de empreendimento demanda de uma grande quantidade de veículos e equipamentos para a execução dos serviços. O controle desses elementos, através de indicadores ambientais, favorece para que parte dos ODS sugeridos pela ONU (2015) sejam atendidos.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Consumo de óleo diesel: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 94,64% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 3 para a mitigação aos danos à saúde, com o ODS 7 por priorizar as fontes de energia limpa, com o ODS 9 por incentivar o desenvolvimento de tecnologias e processos construtivos eficientes, com o ODS 11 devido proporcionar uma melhor qualidade do ar das cidades, com o ODS 12 por favorecer uma produção e consumo de maneira sustentável e com o ODS 13 que é diretamente afetado pelas variações climáticas.
- Consumo de combustível por retrabalho: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 87,39% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com os ODS 11 e 13, visto proporcionar que as cidades onde os aeroportos são implantados sejam mais sustentáveis devido a redução das alterações climáticas obtida pela minimização do consumo de combustível por retrabalho. A otimização e inovação dos

processos construtivos da ampliação de um aeroporto colabora para minimizar o retrabalho, logo os ODS 9 e 12 são beneficiados pelo respectivo indicador.

- Controle de perda de combustível por equipamento ligado e parado - sem trabalhar: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 84,68% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com dos ODS 3, 11, 12 e 13 devido a melhora na qualidade do ar, interferir na saúde das pessoas e aumentar os índices de sustentabilidade das cidades. Promove o consumo e a produção responsável, assim como na redução de emissão dos gases de efeito estufa (GEE) impactam adversamente o clima.
- Controle de perda de combustível por derramamento: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 83,93% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 6 visto que é possível intervir para evitar a contaminação das águas subterrâneas. O ODS 12 é beneficiado por meio da garantia da sustentabilidade dos padrões de consumo e produção. Bem como os ODS 14 e 15 pela proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres respectivamente.

#### d) ÁGUAS E EFLUENTES

O consumo e a preservação dos recursos hídricos é uma preocupação mundial, bem como a geração e o correto descarte dos efluentes. A expansão de um aeroporto demanda do consumo de água para uma grande quantidade de atividades da obra. Uma obra aeroportuária pode colaborar com o ODS 6 proposto pela ONU (2015) através da implantação de um sistema de indicadores.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Geração e descarte de efluentes do canteiro de obras: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 92,86% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o cumprimento dos ODS 6, 8, 9, 11, 12, 14 e 15 durante a ampliação de um aeródromo. Esses ODS abordam, respectivamente, elementos relacionados ao acesso à água potável, a geração de empregos e a inovação tecnológica, o desenvolvimento urbano sustentável, o consumo responsável e conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Além disso, a adoção práticas adequadas para o tratamento e descarte dos efluentes favorecem para a promoção de um futuro sustentável e proteção dos recursos hídricos e os ecossistemas.

- Captação e consumo de água de reuso: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 90,18% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com os ODS 6, 11, 12, 13 e 15, pois aborda variáveis associadas ao acesso à água potável, desenvolvimento urbano sustentável, consumo responsável, ação climática e conservação dos ecossistemas terrestres. Dessa forma, é possível contribuir para o alcance desses objetivos já que promove o uso eficiente dos recursos hídricos e a sustentabilidade ambiental.
- Descarte de efluentes dos sanitários químicos: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 90,18% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o atendimento dos ODS 8, 9, 11, 14 e 15. Os mesmos estão associados ao crescimento econômico e a geração de empregos, a idealização de novas tecnologias, a promoção da sustentabilidade urbana e pela conservação dos ecossistemas. Realça-se que a adoção práticas ambientais para o descarte e o tratamento dos efluentes, coletados, por esses dispositivos favorece para o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos hídricos e os ecossistemas.
- Desperdício de água: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 89,19% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com atendimento dos ODS 6, 9, 12, 13 e 15. Esses ODS estão intimamente relacionados a disponibilidade de água limpa, eficiência no uso dos recursos hídricos, na racionalidade do consumo, na minimização dos efeitos climáticos e na conservação dos ecossistemas terrestres. A utilização de instrumentos que controlem e reduza o desperdício de água nas obras de aeroportos, a exemplo do indicador proposto, é um passo fundamental para a garantia do desenvolvimento sustentável e da manutenção da disponibilidade hídrica para as gerações presentes e futuras.
- Água de reaproveitamento da produção: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 87,50% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com os ODS 6, 9, 11 e 12. Pois, abordam temas de acesso à água potável, inovação na indústria de construção civil, desenvolvimento sustentável urbano e consumo e produção responsável para esse tipo de obra. O reaproveitamento da água durante uma obra contribui para promover um futuro mais sustentável e eficiente em termos de recursos hídricos.
- Captação e consumo de água de chuva: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 87,39% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com o ODS 6, pois pode ser uma alternativa de utilização desse recurso para algumas atividades como a limpeza das áreas. Esse processo intensifica o ODS 11,

tornando as cidades mais sustentáveis e colabora com o ODS 12 por meio do consumo e produção responsável desse recurso tão nobre. Além disso, contribui para mitigar os efeitos das alterações climáticas conforme prever o ODS 13.

- Consumo de água para lavagem de betoneiras e caminhões betoneiras: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 86,61% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera os ODS 6 e 12, visto que os mesmos abordam os itens associados a essas atividades devido a necessidade de disponibilidade de água limpa, bem como do consumo racional. Recomenda-se que a lavagem desses dispositivos priorize a utilização de águas de reuso e daquelas captadas pela chuva.
- Captação e consumo de água de superfície - rios, lagos e córregos: Esse indicador apresentou uma relevância acumulada igual a 85,71% e o seu acompanhamento durante uma obra de aeroporto coopera com os ODS 6, 11, 14 e 15 visto que envolve o acesso à água potável, o desenvolvimento urbano sustentável, a conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres. É fundamental adotar práticas de captação e consumo de água de superfície que sejam ambientalmente responsáveis e promovam a sustentabilidade dos recursos hídricos.

#### e) EMISSÕES DE GASES E MATERIAIS PARTICULADOS

Devido a magnitude e as mais variadas atividades associadas, a construção e a expansão de um aeroporto é responsável pela emissão de gases e materiais particulados na atmosfera. O monitoramento e controle desses elementos por meio de indicadores ambientais, colabora para que parte das metas dos ODS recomendados pela ONU (2015) sejam cumpridas.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Redução de emissão de gases do efeito estufa: O mundo clama pela redução de emissão de GEE já que esses fluídos tem contribuído, ao longo dos anos, de maneira adversa com as mais variadas questões socioambientais. Monitorar o indicador proposto ao longo das obras de infraestruturas aeroportuárias é de grande importância e apresentou uma relevância acumulada de 87,50% e o mesmo está associado ao cumprimento dos ODS 7, 9, 11 e 13. Esses ODS possuem relação direta com a necessidade de adoção de energias limpas, inovação e sustentabilidade na indústria da construção civil, no desenvolvimento sustentável das cidades e principalmente na vulnerabilidade climática.

- Emissão de dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>: O controle de emissão de CO<sub>2</sub> é uma necessidade global e apresentou uma relevância acumulada de 87,27%, visto que esse gás influencia diretamente na qualidade de vida humana e no cumprimento dos ODS 3, 9, 11 e 13. O emprego do indicador Emissão de Dióxido de Carbono - CO<sub>2</sub> durante a execução de uma obra de aeroporto é de fundamental relevância, visto que o mesmo fere os aspectos relacionados a boa saúde e bem estar, a sustentabilidade na indústria da construção civil, no desenvolvimento sustentável das cidades e principalmente nas questões climáticas. Propõem-se que essa tipologia de empreendimento busque incorporar cada vez mais procedimentos e práticas de construção sustentáveis para reduzir as emissões desse gás CO<sub>2</sub> que é altamente prejudicial.

#### f) GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Uma obra de aeroporto, em especial aquelas que o escopo compreende a modernização e ampliação das estruturas existentes, apresenta uma significativa geração de resíduos sólidos nas mais variadas classes. O emprego de indicadores de sustentabilidades específicos para monitoramento dessa problemática colabora para o atendimento de parte dos ODS recomendados pela ONU (2015) durante a execução de obras de um aeródromo.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Embalagens de tintas e solventes: A geração de resíduos sólidos oriundos de embalagens de tintas e solventes durante uma obra de aeroporto apresentou uma relevância acumulada de 92,04% e tem associação aos ODS 3, 6, 11, 12, 14 e 15. Pois, estão relacionados a questões de saúde pública, possibilidade de interferência na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, da gestão sustentável e urbana desses resíduos, a produção e ao consumo responsável além da preservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Recomenda-se o monitoramento desse indicador para facilitar na execução da gestão desse tipo de resíduo através da logística reversa junto aos seus respectivos fabricantes conforme preconiza a legislação vigente.
- Concreto: A geração de resíduos sólidos, provenientes da demolição de estrutura e pavimentos em concreto é elevada nas obras de remodelação e expansão aeroportuária. Monitorar esse respectivo indicador durante uma obra de aeroporto manifestou uma relevância acumulada de 89,38% e o mesmo colaborara para que as metas propostas para os ODS 11, 12, 13 e 15 sejam atingidas. Pois, esses ODS tratam diretamente do gerenciamento desses resíduos para promoção da sustentabilidade urbana, consumo e produção sustentável, combate as alterações climática e amparo dos ecossistemas

terrestres. Recomenda-se a adoção de boas práticas ambientais para a gestão desses resíduos a exemplo da reciclagem e a sua reutilização no próprio canteiro de obras.

- Asfalto: Apesar desse tipo de material apresentar um alto grau de reaproveitamento, é comum que durante a execução de uma obra de aeroporto ocorra a geração de resíduos sólidos oriundos da demolição, fresagem, recape e execução de pavimentos flexíveis. A relevância acumulada para esse indicador é de 89,29% e o mesmo está associado aos ODS 11, 12 e 15, já que necessita realizar a gestão desses resíduos para o desenvolvimento urbano e sustentável, da produção e do consumo responsável da aplicação desse material e mitigação do ecossistema terrestre. O acompanhamento do respectivo indicador é recomendado por facilitar o gerenciamento dessa tipologia de resíduo, bem como da sua reciclagem e reutilização de maneira que contribua com redução da extração de matéria prima natural e do impacto ambiental adverso dessa extração.
- Tintas e solventes: O monitoramento da geração de resíduos sólidos oriundos de tintas e solventes ao longo de uma obra aeroportuária apresentou uma relevância acumulada de 89,09% e o mesmo está relacionado aos ODS 6, 11, 12, 14 e 15. Verificou-se que os mesmos suportam subsídios que versam sobre a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, da gestão desses resíduos, do consumo responsável e da conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Indica-se o acompanhamento do indicador Tintas e Solventes durante esse tipo de empreendimento devido a seu apoio junto ao gerenciamento desses resíduos, bem como a promoção da redução do desperdício, da correta segregação e do seu adequado descarte.
- Plástico e PVC: A geração de resíduos sólidos oriundos de plásticos e PVC durante uma obra de aeroporto se comportou com uma relevância acumulada de 88,39% e o mesmo está relacionado aos ODS 11, 12, 14 e 15. Já que eles compreendem elementos que tratam da gestão desses resíduos, do consumo responsável nos canteiros de obras de aeroportos e da conservação dos ecossistemas. Propõem-se o acompanhamento do indicador Plásticos e PVC durante esse tipo de projeto devido a possibilidade de contribuição com o gerenciamento dessa categoria de resíduos, bem como a promoção da redução do desperdício e a reciclagem desses insumos no próprio canteiro.
- Derivados de borrachas: Devido ao alto volume de circulação de veículos e equipamentos é corriqueiro a geração de resíduos sólidos derivados de borrachas (pneus) em uma obra aeroportuária. Outro elemento a ser considerado são os resíduos oriundos sobras de borrachas que foram aplicadas na obra, bem como das peças utilizadas para acomodar e proteger os equipamentos aeroportuários durante o transporte. A relevância acumulada

desse indicador é igual a 81,42% e o mesmo tem correlação com os ODS 11, 12 e 15 devido a demanda de gerir a segregação e descarte desses, bem como pelo consumo responsável e da preservação dos ecossistemas terrestres. Sugere-se o acompanhamento desse indicador para facilitar a adoção de práticas de gestão sustentável que favoreça a sua reciclagem e reutilização com o objetivo de reduzir o desperdício, a poluição e o impacto ambiental.

- Dispositivos eletrônicos: A geração de resíduos eletrônicos tem sido recorrente em obras de aeroportos devido a necessidades de substituir alguns sistemas a exemplo dos monitores de informativo de voos antigos por elementos de maior tecnologia. A relevância acumulada desse indicador é de 79,65% e o mesmo tem interface com os ODS 9 e 12, já que estimulam a inovação tecnológica e o consumo responsável desses dispositivos. Recomenda-se o monitoramento desse indicador ao longo de uma obra aeroporto, pois contribui para gestão desses resíduos perigosos.
- Hospitalar: Devido ao grande volume de trabalhadores contratados para uma obra de expansão aeroportuária, é corriqueiro a instalação de ambulatórios nos canteiros dessas obras para atendimento aos colaboradores. Normalmente esses empreendimentos dispõem de médicos e enfermeiros para atendimento ambulatorial e aplicação de vacinas contra a gripe dos trabalhadores. Esse processo é responsável pela geração de resíduos hospitalares e esse indicador apresenta uma relevância acumulada de 73,45% e o mesmo possui relação direta com o ODS 3. Recomenda-se o monitoramento do respectivo indicador para proporcionar uma melhor gestão dos resíduos hospitalares nas obras dessa tipologia.

#### g) AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE FORNECEDORES

A avaliação ambiental dos fornecedores ao longo de uma obra de infraestrutura aeroportuária é de fundamental importância. Esse processo possui aderência aos ODS recomendados pela ONU (2015) e o seu monitoramento pode ser feito através dos indicadores de sustentabilidade.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Números de fornecedores identificados como causadores de impactos ambientais negativos: O acompanhamento desse indicador em uma obra de aeroportos é recomendado visto a importância do tema, ao grau de relevância acumulada igual a 88,50% e por apresentar ligação com os ODS 8, 12, 15 e 17. Pois, o seu controle contribui

para o crescimento econômico e sustentável e favorece o incentivo de práticas mais sustentáveis nos canteiros de obras. Além de auxiliar na tomada de decisões para evitar a contratação de fornecedores que não se preocupam com o ecossistema terrestre e ao estímulo do desenvolvimento de parcerias estratégicas entre as partes interessadas.

#### h) CONFORMIDADE AMBIENTAL

A busca pela conformidade ambiental é um aspecto de grande importância e essa prática ajuda a cumprir as metas dos ODS recomendados pela ONU (2015). Recomenda-se que esse elemento seja aferido por meios dos indicadores de sustentabilidade.

Os resultados da consulta aos especialistas apontam que os indicadores ambientais, dessa categoria possui priorização de relevância, conforme estão listados a seguir:

- Valor monetário total das multas ambientais: A mensuração desse indicador é recomendada visto a importância do tema, pela sua relevância acumulada igual a 86,73% e pela sua interligação com o ODS 12. Pois, incentiva que as organizações empresariais desenvolvam a responsabilidade empresarial. Além disso, também motiva a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, bem como a gestão dos resíduos.
- Número total das sanções não monetárias dos desvios ambientais: O monitoramento desse indicador é recomendada visto a importância do assunto, pela sua relevância acumulada igual a 86,73% e pela sua interação com os ODS 12 e 16. Essa correlação é motivada devido influenciar que as empresas desenvolvam a responsabilidade empresarial por meio da gestão sustentável, do uso eficiente dos recursos naturais e da gestão dos resíduos. Além de proporcionar um sistema legal e instituições fortalecidas e que cumprem as diretrizes ambientais.

# Priorização dos Indicadores Propostos

A ordenação apresentada no Quadro 1 para os 30 indicadores propostos, baseou-se no grau de relevância acumulada verificado pelas respostas dos 114 especialistas em gestão ambiental e construção de aeroportos com atuação profissional em 6 países. Também foi feita a associação dos indicadores com os ODS da Agenda 2030. As categorias estão ilustradas conforme descrito no item anterior.

Quadro 1: Priorização dos indicadores propostos para a gestão ambiental de obras aeroportuárias

<b>Categoria</b>	<b>Ordenação dos Indicadores Propostos</b>	<b>Relevância</b>	<b>ODS Associado</b>
c	Consumo de óleo diesel (L)	94,64%	3, 7, 9, 11, 12 e 13
b	Consumo de energia elétrica (Kwh)	94,59%	7, 9 e 13
d	Geração e descarte de efluentes do canteiro de obras (L)	92,86%	6, 8, 9, 11, 12, 14 e 15
f	Embalagens de tintas e solventes (Unid)	92,04%	3, 6, 11, 12, 14 e 15
d	Captação e consumo de água de reuso (L)	90,18%	6, 11, 12, 13 e 15
d	Descarte de efluentes dos sanitários químicos (L)	90,18%	8, 9, 11, 14 e 15
f	Concreto (Kg)	89,38%	11, 12, 13 e 15
f	Asfalto (Kg)	89,29%	11, 12 e 15
b	Desperdício de energia (Kwh)	89,19%	7, 12 e 13
d	Desperdício de água (L)	89,19%	6, 9, 12, 13 e 15
f	Tintas e solventes (L)	89,09%	6, 11, 12, 14 e 15
g	Números de fornecedores identificados como causadores de impactos ambientais negativos (Unid.)	88,50%	8, 12, 15 e 17
f	Plástico e PVC (Kg)	88,39%	11, 12, 14 e 15
e	Redução de emissão de gases do efeito estufa (Mt CO <sub>2</sub> )	87,50%	7, 9, 11 e 13
d	Água de reaproveitamento da produção (L)	87,50%	6, 9, 11 e 12
c	Consumo de combustível por retrabalho (L)	87,39%	9, 11, 12 e 13
d	Captação e consumo de água de chuva (L)	87,39%	6, 11, 12 e 13
e	Emissão de dióxido de carbono - CO <sub>2</sub> (Mt CO <sub>2</sub> )	87,27%	3, 9, 11 e 13
h	Valor monetário total das multas ambientais (R\$)	86,73%	12
h	Número total das sanções não monetárias dos desvios ambientais (Unid.)	86,73%	12 e 16
d	Consumo de água para lavagem de betoneiras e caminhão betoneira (L)	86,61%	6 e 12
d	Captação e consumo de água de superfície - rios, lagos e córregos (L)	85,71%	6, 11, 14 e 15
c	Controle de perda de combustível por equipamento ligado e parado - sem trabalhar (%)	84,68%	3, 11, 12 e 13
c	Controle de perda de combustível por derramamento (%)	83,93%	6, 12, 14 e 15
a	Uso de material reciclado (Kg)	83,19%	9, 11 e 12
f	Derivados de borrachas (Kg)	81,42%	11, 12 e 15
f	Dispositivos eletrônicos (Kg)	79,65%	9 e 12
a	Uso de material reaproveitado (Kg)	78,57%	9, 11 e 12
a	Controle de perdas de material por retrabalho (%)	75,89%	9, 11 e 12
f	Hospitalar (Kg)	73,45%	3

Fonte: O autor (2023)

## Considerações Finais

O presente manual apresenta uma abordagem minuciosa ao propor os indicadores ambientais, por categoria, para a construção e ampliação de aeroportos. Buscou-se atender aos 17 ODS recomendados pela Agenda 2030 da ONU (2015). A triagem criteriosa dos indicadores por meio de consulta a especialistas e sua priorização de relevância demonstra o compromisso com a sustentabilidade e a preservação com o meio ambiente durante a execução desses empreendimentos.

Destaca-se a importância de monitorar o uso de materiais reciclados e reaproveitados, o controle de perdas de material por retrabalho, o consumo de energia elétrica e a gestão de efluentes e águas, bem como a redução de emissões de gases e resíduos sólidos. Essas práticas alinhadas aos 17 ODS contribuem para o desenvolvimento urbano sustentável, o consumo responsável, a inovação tecnológica, a preservação dos ecossistemas e a mitigação das mudanças climáticas.

A avaliação ambiental de fornecedores e a busca pela conformidade ambiental demonstram a responsabilidade em selecionar parceiros comprometidos com práticas sustentáveis e atender às regulamentações ambientais vigentes, promovendo a responsabilidade empresarial. Além disso, pode-se afirmar que a implantação e mensuração dos indicadores propostos durante uma obra de aeroporto contribui para maximizar os impactos ambientais positivos.

Portanto, o manual oferece um guia valioso para a implementação de práticas sustentáveis em obras aeroportuárias, contribuindo para um futuro mais resiliente e em harmonia com o meio ambiente e a sociedade.

# Referências

AIRPORTS COUNCIL INTERNATIONAL. **The impact of COVID-19 on airports-and the path to recovery**. 2023. Disponível em: <https://aci.aero/2023/02/22/the-impact-of-covid-19-on-airports-and-the-path-to-recovery-industry-outlook-for-2023/#:~:text=Outlook%20for%202023%20and%20beyond,rates%20are%20felt%20across%20economies>. Acesso em 03 jun. 2023.

CASAGRANDE, T. O.. **Análise Comparativa dos Terminais Aeroportuários Certificados Leed, como Referência para Aeroportos Públicos Brasileiros**. Aspectos Ambientais em Aeroportos (Ano 2017/2018). Superintendência de Meio Ambiente, DFMA, Brasília, DF, 2018.

DUTRA, M. T. D.. **Desenvolvimento de um índice de sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica: o caso da bacia do rio Capibaribe, Pernambuco**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, Recife – PE, 2017.

FROUFE, M. M.; MELLO, L. C. B. de B.; SOARES, C. A. P. **Indicadores de sustentabilidade em canteiros de obras, segundo o PBQP-h**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, PR, v. 6, n. 3, p. 10149-10163, mar. 2020.

LIMA, L. DE O.; PEREIRA, A. L. F. F.; MACHADO, A. P. DE A.; SIQUEIRA, B. P.; LUCENA, C. M. L.. **Identificação de aspectos e impactos ambientais na construção de uma escola de tempo integral, localizada na cidade de Sobral-CE**. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande – PB, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2015.

PHILIPPI JUNIOR, ARLINDO; MALHEIROS, TADEU FABRÍCIO. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. Editora Manole Ltda, Barueri – SP, 2013.

SCRUCA, F.; INGRAO, C.; BARBERIO, G.; MATARAZZO, A.; LAGIOIA, G.. **On the role of sustainable buildings in achieving the 2030 UN sustainable development goals**. Environmental Impact Assessment Review, Volume 100, 107069, 2023.

VECHI, N. R. G.; GALLARDO, A. L. C. F.; TEIXEIRA, C. E.. **Aspectos ambientais do setor da construção civil: Roteiro para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços**. Revista Eletrônica Sistema & Gestão, nº 11, pp 17-30, 2016.

VILLEGAS, M. INÉS V.; CADAVID, L.; AWAD, G.. **Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura em Colombia**. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 28, nº 2, pp. 121-156, 2018.

Esse manual é parte integrante da dissertação de Mestrado do Engenheiro Civil e Especialista em Gestão de Projetos Márcio Carneiro Boaventura, de título Aspectos e Impactos Ambientais de Obras de Infraestrutura do Aeroporto Internacional do Recife – Pernambuco – Brasil, sendo o mesmo o produto educacional obrigatório para o Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental a nível de Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Para contato com o autor:

