



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS PARA COMPOSIÇÃO DE UM ÍNDICE DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA AS ATIVIDADES INDUSTRIAIS

Pamela Mara Hulse¹, Eloah Maria Machado Davante², Heloisa Helena da Silva Machado³, Júlio César Dainezi de Oliveira⁴, Allan Barbeiro Modos⁵

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista PIBIC/CNPq.pamelamarahulse@hotmail.com

²Acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá - UEM. eloah.machado@gmail.com

³Agente Universitário, Mestre, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá-UEM. helo.machado@gmail.com

⁴Orientador, Doutor, Departamento de Engenharia de Mecânica, Universidade Estadual de Maringá-UEM. jcdoliveira@uem.br

⁵Engenheiro Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR.allan.b.modos@gmail.com

RESUMO

A Agenda 21 destaca a necessidade do desenvolvimento de índices e indicadores como importante fonte de informação para os processos decisórios de forma a contribuir para a sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento. O presente estudo teve por objetivo a identificação de parâmetros, para composição e de indicadores a serem utilizados na construção de um índice de qualidade ambiental para atividades industriais. A partir da análise de indicadores já definidos por diferentes metodologias foram identificados os parâmetros que podem ser aplicados à realidade das atividades industriais do parque industrial do município de Maringá. Os parâmetros utilizados variam de acordo com o tipo de atividade sendo os mais frequentes aqueles relacionados à gestão de resíduos sólidos, reciclagem e recuperação de resíduos e tratamento de efluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de sustentabilidade, Índice de qualidade ambiental, Desempenho ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o desenvolvimento sustentável tornou-se uma das prioridades nas organizações, abrindo espaço à compreensão e incorporação da questão ambiental às ações, aliando a melhoria dos processos internos à melhoria do desempenho ambiental. (ISO 14031).

A Norma ISO 14031 trata da avaliação de desempenho ambiental como um processo de gestão interna que utiliza indicadores para fornecer informações, comparando o desempenho ambiental, passado e presente de uma organização com seus critérios de desempenho ambiental.

Por serem constituídos de uma única variável ou por conjunto de variáveis agregadas ou compostas, os indicadores podem ser utilizados na descrição de condições históricas e avaliação dos efeitos de ações diretas, indiretas ou acumulativas. Pode-se afirmar que apresentam um balanço qualitativo de uma situação ou processos complexos, originados de diferentes fontes e modos de mensuração e transformá-los em informações comunicáveis de forma a terem significado na análise dos índices ambientais e/ou de sustentabilidade, indicando metas ou ações como apoio aos processos de tomada de decisão (DIAMANTINI e ZANON, 2000; SELBITTO, BORCHARDT, PEREIRA, 2010; CANTER; ATKINSON, 2011).

A importância dos indicadores ambientais está associada a sua utilização como um instrumento disponível à sociedade para avaliar seu progresso, sua evolução ou ainda uma ferramenta de planejamento e gestão dos espaços urbanos e rurais (NETO, KRÜGER, DZIEDZIC, 2009).

Desta forma, a análise qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais provenientes do setor industrial, facilitada por meio do uso de indicadores, simplifica informações complexas que compõe as informações ambientais e suas relações com variáveis econômicas e sociais (DIAMANTINI e ZANON, 2000; SELBITTO, BORCHARDT, PEREIRA, 2010; CANTER; ATKINSON, 2011).

Os indicadores, como uma medida tangível, permitem o monitoramento de áreas específicas, a identificação dos pontos fracos em sistemas de gestão ambiental, a distribuição de forma eficiente



de recursos financeiros e a comunicação dos resultados das ações ambientais (METCALF *et al.*, 1996; DONELLY *et al.*, 2007; NETO, KRÜGER, DZIEDZIC, 2009).

O presente trabalho teve por objetivo analisar os índices, indicadores e métodos de aplicação existentes visando a definição de parâmetros para a elaboração de um índice de qualidade ambiental para atividades industriais, tendo como o perfil industrial instalado no município de Maringá-PR.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve como base para a identificação dos parâmetros ambientais as indústrias instaladas no município de Maringá-PR e foi dividido em duas fases:

- Identificação do perfil das atividades industriais instaladas no município de Maringá no período de 2000 a 2015, considerando a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE).
- Coleta de informações referentes aos índices e indicadores ambientais presentes na legislação vigentes a partir de uma revisão bibliográfica junto à literatura acadêmica e artigos científicos.

Os dados foram tabelados levando em consideração o autor, o índice utilizado, a definição do mesmo segundo o articulista, os indicadores e parâmetros utilizados, o método utilizado para a criação dos indicadores, aplicação, local de aplicação.

A partir dos dados coletados foram analisadas as principais características dos índices e indicadores destacados, locais e tipos de aplicação, os parâmetros utilizados e os principais métodos aplicados.

Tendo identificado os principais métodos verificou-se sua aplicação individual e a aplicação combinada dois ou mais métodos simultaneamente.

E por fim, analisou-se quais os parâmetros podem ser aplicados ao setor industrial do município de Maringá de acordo com o perfil industrial do local.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas 2025 atividades industriais instaladas no município de Maringá-PR em 2015. Segundo Machado *et al.*, (2011), houve um aumento de 81,7% no total de atividades instaladas no período de 2000 a 2010, excluída a construção civil, e não houve alterações na tipologia das indústrias, mantendo, portanto, o potencial poluidor instalado, identificado como médio e alto, entretanto houve um aumento de 75,6% no total de indústrias instaladas em uma década (Tabela 1)

Tabela 1: Atividades industriais instaladas no município de Maringá no período de 2000 a 2015

Ano	2000	2005	2010	2015
Atividades industriais	1160	1169	2037	2035

Fonte: IPARDES, 2011, 2017 – adaptado

No período de 2010 a 2015 o crescimento do potencial industrial instalado foi de apenas 3,02% não havendo alteração no perfil ou na tipologia das indústrias instaladas. Entretanto o perfil poluidor permaneceu o mesmo já que as indústrias que foram abertas atuam sobre o mesmo segmento.



Segundo a tipologia das atividades industriais instaladas em Maringá, destacam-se a Indústria têxtil, do vestuário e artefatos de tecido, seguida da Indústria de produtos alimentícios, de bebida e álcool etílico, da Indústria metalúrgica e da Indústria da madeira e do mobiliário, representando 42,7% do total instalado (Tabela 2).

Tabela 2: Tipologia industrial instalada em Maringá em 2015

Estabelecimentos RAIS	2015
Indústria de Extração de Minerais	3
Indústria de Produtos Minerais não Metálicos	85
Indústria Metalúrgica	257
Indústria Mecânica	160
Indústria de Materiais Elétricos e de Comunicação	61
Indústria de Materiais de Transporte	70
Indústria da Madeira e do Mobiliário	223
Indústria do Papel, Papelão, Editorial e Gráfica	161
Indústria Química, Produtos Farmacêuticos, Veterinários, Perfumaria, Sabões, Velas e Matérias Plásticas	134
Indústria Têxtil, do Vestuário e Artefatos de Tecidos	453
Indústria de Calçados	12
Indústria de Produtos Alimentícios, de Bebida e Álcool Etílico	267
Serviços Industriais de Utilidade Pública	24
Ind. da Borracha, Fumo, Couros, Peles, Similares e Ind. Diversas	115
Total	2025

Fonte: IPARDES, 2017

Machado *et al.* (2011) analisaram e caracterizaram o potencial poluidor instalado no município em médio e alto, a partir da tipologia das atividades econômicas e da classificação do potencial poluidor constante no ANEXO VIII da PNMA para atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais. Desta forma, como não houve alteração no perfil das atividades instaladas no período, destaca-se que o potencial poluidor foi mantido, podendo-se caracterizar um aumento na carga poluidora local.

3.1 ÍNDICES E INDICADORES

A análise dos resultados permitiu observar que muitos autores selecionam indicadores a partir da literatura acadêmica e replicam as experiências de sucesso em diferentes regiões e países. Em estudo posterior será analisada a influência dos aspectos geográficos na aplicação e resultados dos índices e indicadores ambientais.

Dos Índices “Segundo Singh *et al* (2012), índices são uma poderosa ferramenta para a formulação de políticas e de comunicação pública no fornecimento de informações sobre os países e desempenho das empresas em domínios como o ambiente, a melhoria econômica, social ou tecnológica. Sendo que os índices referentes ao desenvolvimento ou sustentabilidade ambiental são:” apresentados na Tabela 03 abaixo estão expostos os principais indicadores

Quadro 1: Índices de Vulnerabilidade Ambiental

ÍNDICE	INDICADORES
Índices de mercado	Destaca-se o Produto Líquido Verde Nacional (GNNP) ou (EDP) e (SEEA): cuida de ambos os



Encontro Internacional de Produção Científica

24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

baseado na economia	aspectos de degradação ambiental, bem como o fluxo de lucros e faz ajustes, o que elimina as falhas no PIB.
Índices baseados no sistema Eco	Índice de desempenho de sustentabilidade (SPI): desenvolvido em 1994 para a indústria medir a sustentabilidade dos processos. A avaliação compreende o cálculo da área necessária para incorporar um processo completamente para a biosfera.
	Metodologia Eco índice: essa metodologia cuida dos dados de todo o ciclo de vida e avalia os fatores de conversão para a maior parte dos componentes chave da Pegada Ecológica.
	Pegada ecológica (EP): publicada em 1998, quantifica a área de terra ou mar necessária para fornecer à população os recursos necessários e assimilar os resíduos liberados. É usado para estimar a sustentabilidade ambiental a nível nacional e global.
Índices compostos de sustentabilidade para a indústria	Índice de sustentabilidade de combustíveis fósseis (FFSI): visa determinar uma gestão mais eficiente dos recursos de combustíveis fósseis para o sistema de energia; o estudo é realizado em 62 países; e os efeitos dos indicadores utilizados estão integrados em um único índice para o petróleo, gás natural e carvão.
	Índice composto de desenvolvimento sustentável (ICSD): desenvolvido a fim de acompanhar de informação integrada sobre o desempenho econômico, ambiental e social da empresa com informações em tempo real.
	Índice composto de desempenho de sustentabilidade (CSPI): uma tentativa de desenvolver uma medida de sustentabilidade e avaliar quão bem a empresa demonstra as suas políticas e compromissos em matéria de desenvolvimento sustentável.
Índices de sustentabilidade à base do produto	Índice de sustentabilidade ambiental Bovespa: usado para rastrear o financeiro, a administração econômica, empresarial, ambiental e social das empresas líderes listadas na Bolsa de São Paulo. É baseado principalmente no conceito de triple bottom line (TBL), que avalia os elementos financeiros, sociais e ambientais de forma integrada.
	Índice de Ciclo de Vida (LINX): índice composto desenvolvido para a tomada de decisão de processos e produtos, considerando os atributos de todo o seu ciclo de vida; é composto de quatro componentes, ou seja, meio ambiente, custos, tecnologia e fatores sócio-políticos.
Índices de sustentabilidade para cidades:	Índice de sustentabilidade da Europa da Ford: uma ferramenta de gestão da sustentabilidade usado pelo fabricante do carro, que é desenvolvido com base na avaliação do ciclo de vida; os indicadores que constituem o índice são baseados em características ambientais, sociais e econômicas do veículo.
	Índice de sustentabilidade das cidades – aplicado às cidades da Grã-Bretanha; avalia a sustentabilidade de cada cidade considerando o impacto ambiental da cidade, qualidade de vida dos moradores e a “preparação para o futuro”. Para isso utiliza-se de 13 indicadores (não mencionados no artigo).
	Índice de desempenho do Ecosistema Urbano: iniciado na Itália, em 1994, aplicado a 103 metrópoles italianas. É composto por 20 indicadores ambientais que são projetados para facilitar a avaliação da sustentabilidade das cidades em termos de impacto sobre os recursos ambientais causados pelas atividades econômicas e estilos de vida modernos, e avaliar o resultado das ações realizadas para reduzir a pressão.
Índices ambientais para Políticas, Nações e Regiões:	Índice ISSI: desenvolvido na Itália também, composto pelas categorias sócio- economia, meio ambiente e recursos. Sendo que cada uma delas é formada por 10 indicadores.
	Índice de sustentabilidade ambiental (ESI): desenvolvido em 2002 para 142 países com o intuito de medir o progresso de sustentabilidade ambiental global. É composto por sessenta e oito indicadores básicos que são agregados em 20 indicadores de um núcleo.
	Índice de qualidade ambiental (EQI): desenvolvido para avaliar os impactos ambientais das várias alternativas. E os indicadores ambientais fundamentais são definidos e selecionados com base na teoria multicritério - utilidade e pesos são verificados usando a metodologia de Análise Hierárquica (AHP). Tem-se ainda que o EQI é avaliado pela soma ponderada de todos os indicadores ambientais, que fornecem o impacto ambiental global de cada alternativa.
	Índice de sustentabilidade ambiental (ESI): é um índice que classifica os países de acordo com sua capacidade para proteger o ambiente durante as próximas décadas. Precede o índice de desenvolvimento ambiental. Desenvolvido para 133 países e possui 22 sub-indicadores abrangendo de duas a oito variáveis que permitem caracterizar a sustentabilidade ambiental em escala nacional, entre elas a qualidade do ar e da água, a biodiversidade e a gestão dos recursos naturais.
	Índice de compatibilidade ambiental: desenvolvido com base na agregação de dados diretos e



Encontro Internacional de Produção Científica

24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

	<p>indiretos relacionados a problemas ambientais globais e locais. Projetado para cobrir os principais problemas ambientais do efeito estufa, destruição do ozônio, acidificação, eutrofização, efeito eco toxicológicas, esgotamento de recursos, foto-oxidação, biodiversidade, radiação e ruído.</p>
	<p>Índice de desempenho ambiental (EPI): desenvolvido para medir o impacto da política que resulta em redução de estresses ambientais sobre a saúde humana e promover a vitalidade do ecossistema e da boa gestão dos recursos naturais.</p>
	<p>Índice de vulnerabilidade ambiental (EVI): desenvolvido para avaliar a probabilidade de potenciais danos causados por problemas ambientais. Este índice é composto por 32 indicadores de perigos, 8 indicadores de resistência, e 10 indicadores que medem os danos.</p>
<p>Índices ambientais para indústrias</p>	<p>Eco indicador 99: desenvolvido por uma equipe de especialistas 1997-1999 para avaliar os impactos do ciclo de vida dos materiais e processos. Considera três categorias, a saúde humana, a qualidade dos ecossistemas e recursos, minerais e combustíveis fósseis. Sendo que o impacto nos ecossistemas é avaliado como a percentagem de espécies que desapareceram em uma determinada área, devido à carga ambiental. Extração de recursos é calculada com base na quantidade de recursos minerais e fósseis remanescentes.</p>
	<p>Avaliação Ambiental para as tecnologias de produção mais limpa: desenvolvido por Fizal (2007), permite uma análise quantitativa do impacto ambiental. O método é baseado no estudo de perfis relacionados com os fluxos de materiais e energia, resíduos, produtos e perfis de embalagem relacionados à tecnologia sob avaliação.</p>
	<p>Complemento - índice de desempenho ambiental para indústrias: desenvolvido por Hermann <i>et al.</i> (2007) para fornecer informações detalhadas abrangente sobre o impacto ambiental global de uma indústria. Esse índice combina várias ferramentas, tais como a avaliação de ciclo de vida, análise multicritérios e indicadores de desempenho ambiental.</p>

Falando-se mais especificamente dos índices mencionados como mais utilizados, tem-se segundo Herva *et al.* (2008) que a Pegada Ecológica é adequada para avaliar a eficácia do desempenho ambiental de diferentes concorrentes, opções de gestão e de produção que podem ser considerados em um processo de produção industrial.

Além do mais, este índice é expresso em uma unidade de fácil compreensão, área terrestre (SICHE *et al.* 2008), o que facilita a comparação entre diferentes organizações. Mesmo que utilizando-se de parâmetros completamente diferentes na construção do índice.

Apesar da EF contabilizar as emissões de dióxido de carbono, principal responsável pelo aquecimento global, não leva em consideração outras emissões liberadas pela combustão de combustíveis fósseis. Tem-se demonstrado que este índice pode ser utilizado em processos industriais, mas devido a essas limitações deve-se tomar algumas precauções (HERVA *et al.*, 2008).

Uma possível solução seria a integração da EF à análise do ciclo de vida, o que poderia permitir a comparação do comportamento ambiental da planta com outros semelhantes em futuras aplicações.

Alvarenga, Silva Júnior e Soares (2012), afirmam que sobre o impacto do aquecimento global, para a categoria de Energia a partir de método EF, é quantificado apenas uma parte dos gases de efeito estufa globais. Assim a EF pode ser melhorada, considerando todos os gases de efeito estufa. O autor também utiliza a análise do ciclo de vida para incrementar a Pegada Ecológica, mas sugere que se utilize mais de um método desta análise, pois segundo o mesmo essa abordagem já foi aplicada por vários autores, e faz uma decisão mais confiável principalmente quando os resultados convergem.

Para Herva *et al.* (2011), os indicadores de índice único, tais como os fluxos de energia ou a pegada ecológica foram consideradas mais úteis para o nível corporativo. Este acredita que EF é um dos indicadores mais promissores, por não representar apenas os impactos ambientais decorrentes do consumo de energia, como também de outros recursos naturais.

Os autores ainda acrescentam que é necessário padronizar as diferentes propostas para melhorar a metodologia publicada nos últimos anos, para o desenvolvimento de bases de dados



confiáveis que fornecem todos os elementos necessários para os cálculos. Para que assim a EF permita a medição consistente, rotulagem e avaliação comparativa entre produtos industriais. E quando necessária uma análise mais detalhada sugere o uso da análise do ciclo de vida também. O Índice de Desempenho Ambiental começou a ser discutido em 2002, a partir do Índice de

Contudo, para os estudos realizados pelas Universidades citadas não foi possível se avaliar as emissões de poluentes atmosféricos, como SO₂ e VOCs; poluição da água, como coliformes fecais e salinidade; exposição humana a produtos tóxicos e metais pesados; e de gestão de resíduos perigosos (assim como de sua eliminação), pela falta de medidas confiáveis fornecidas pelos países analisados.

Na China, a coleta de dados e governança das instituições chinesas também são as principais barreiras para a capacidade do país de construir e implementar efetivamente índices ambientais precisos (HSU, SHERBININ, SHI, 2012). Além disso, tem os desafios com o acesso a transparência, bem como a incapacidade de verificar de forma independente a qualidade dos dados e precisão.

Ao analisar os índices, percebeu-se que a Pegada Ecológica e o Índice de Desenvolvimento Ambiental são os mais utilizados.

Sob uma análise geral, destacam-se o Índice de Desempenho Ambiental pois este utiliza indicadores orientados para os resultados, qual serve como índice de comparação, o que permite um melhor entendimento dos dados. Entretanto ele é pouco utilizado no setor industrial. A Pegada Ecológica, principalmente por ser bastante utilizado no setor industrial, possui uma unidade de fácil compreensão, área terrestre, contabiliza as emissões de dióxido de carbono. Entretanto, devido a algumas limitações aconselha-se que utilize este em paralelo a algum método, como a análise do ciclo de vida o que permitirá uma comparação entre o desempenho ambiental da planta industrial com outros fatores.

O Índice de Vulnerabilidade Ambiental, apesar não se ter encontrado nenhum estudo deste índice aplicado ao setor industrial, ele é interessante por avaliar a vulnerabilidade local de um modo geral, permite refletir o grau em que o meio ambiente de um país está sujeito a danos e degradação, para isso possui indicadores de perigo, resistência e danos. E os estudos feitos com base termodinâmica, pois os indicadores de fluxo de energia e materiais são valiosos indicadores ambientais, e uma tarefa fundamental da ecologia industrial é identificar, rastrear e alocar energia e fluxos de materiais em todo o sistema. Buscando-se assim, redução no consumo de energia, matéria-prima, água e na descarga de efluentes, emissões ou resíduos.

3.2 MÉTODOS DE PLANEJAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

Método é entendido como o meio ou o processo para atingir um determinado objetivo, ou ainda, os procedimentos técnicos, modos de pesquisa e investigação, previamente estabelecidos e empregados para alcançar um determinado fim (FIDALGO, 2003).

As estruturas dos métodos de planejamento surgiram dos planejamentos urbanos, sistemas de avaliação de recursos hídricos e avaliações de impacto ambiental. Auxiliam no processo de planejamento do processo de avaliação do desempenho ambiental. Outros métodos analisados auxiliam o procedimento no período de tomadas de decisão.

Sendo que de todos os métodos vistos, observou-se que os mais utilizados são o PER, e suas variações que decorrem de acordo com o objetivo do estudo, qual surgiu com a ideia de avaliar a interação entre a sociedade e o meio ambiente de acordo com as pressões causadas por atividades humanas, o estado do meio ambiente e seu desenvolvimento ao longo do tempo e a resposta mostrando até que ponto a sociedade às preocupações ambientais. O IPPS (Industrial Pollution Projection System), que surgiu com o objetivo de estimar a poluição industrial em países emergentes que tem pouco ou nenhum dado sobre a poluição industrial. E o Delphi, que pode estar



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

associado a qualquer outro método, já que consiste em uma técnica de processo grupal que tem por finalidade obter, comparar e direcionar o julgamento de especialistas para um consenso sobre a área de estudo, promovendo a convergência de opiniões.

Pressão-Estado-Resposta (PER) - O método foi inicialmente proposto por Tony Friend e David Raport em 1979 com a função principal de analisar interações entre a sociedade e o meio ambiente sob o princípio de causalidade. Desde então, a OECD possui uma versão adaptada do modelo apresentado por ambos, para a elaboração de relatórios ambientais.

Após classificados os indicadores, é identificada uma série de questões ambientais que refletem nas principais preocupações dos países da OECD e para cada problema identifica-se indicadores de pressão, estado e resposta. Em seguida, efetua-se a verificação da possibilidade de desagregar alguns indicadores de acordo com setores mais específicos, o que facilita a análise setorial dos indicadores. Por fim estes dados são distribuídos em um quadro setorial.

Destaca relações de causa e efeito entre as atividades humanas e as condições ambientais e sociais; ajuda os tomadores de decisão e o setor público a ver que as questões ambientais, econômicas e sociais estão interligadas, assim como, os políticos a definir políticas que abordem os principais problemas ao nível adequado; é um quadro de fácil compreensão, neutro por mostrar apenas aonde existem ligações ao invés de destacar impactos positivos e negativos, flexível por se ajustar a cada caso específico e garante que questões importantes não sejam esquecidas.

A OECD cria a base de indicadores ambientais, primeiramente, utilizando o modelo Pressão – Estado – Resposta para que se possa classificar os indicadores de acordo com:

- As pressões de atividades humanas exercidas sob o meio ambiente, quais podem ser indiretas (a própria atividade e tendências de relevância ambiental) e imediatas ou diretas (uso de recursos e descarga de poluentes e resíduos sólidos).
- O estado, referente às condições ambientais relacionadas com a qualidade do meio ambiente e efeitos ou efeitos relacionados, bem como a qualidade e quantidade de recursos naturais. Os indicadores de condições ambientais são projetados para dar uma visão geral da situação (o Estado) sobre o meio ambiente e seu desenvolvimento ao longo do tempo.
- A resposta, que mostram até que ponto a sociedade responde às preocupações ambientais através de políticas econômicas e setoriais ambientais, gerais e por meio de mudanças na consciência e no comportamento. Esses indicadores referem-se principalmente a medidas de redução e controle.

Após classificados os indicadores, é identificada uma série de questões ambientais que refletem nas principais preocupações dos países da OECD e para cada problema identifica-se indicadores de pressão, estado e resposta. Em seguida, efetua-se a verificação da possibilidade de desagregar alguns indicadores de acordo com setores mais específicos, o que facilita a análise setorial dos indicadores. Por fim estes dados são distribuídos em um quadro setorial

Vantagens do método PER: destaca relações de causa e efeito entre as atividades humanas e as condições ambientais e sociais; ajuda os tomadores de decisão e o setor público a ver que as questões ambientais, econômicas e sociais estão interligadas, assim como, os decisores políticos a definir políticas que abordem os principais problemas ao nível adequado; é um quadro de fácil compreensão, neutro por mostrar apenas aonde existem ligações ao invés de destacar impactos positivos e negativos, flexível por se ajustar a cada caso específico e garante que questões importantes não sejam esquecidas.

Desvantagens do método PER: devido a sua simplicidade, tende a sugerir reações lineares na atividade humana e a interação com o meio ambiente não reflete as relações mais complexas



Encontro Internacional de Produção Científica 24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

nos ecossistemas e no meio ambiente. Mas nenhuma das desvantagens compensa os pontos fortes do modelo, segundo a OECD, 1993. “Industrial Pollution Protection System (IPPS) - foi desenvolvido em 1987 por técnicos do Environment Infrastructure Agriculture Division – Policy Research Department – PRDEI, do Banco Mundial com o objetivo de estimar a intensidade de poluição industrial de países emergentes que tem pouco ou nenhum dado sobre poluição industrial. Utilizando dados de 200.000 indústrias dos Estados Unidos, do Censo Industrial Americano e dados registrados na EPA na década de 80 (qual engloba aproximadamente 1500 categorias de produção e centenas de poluentes) (COSTA, 2010).”

Vantagens do IPPS: permite a conversão de informações como nível de emprego, valor adicionado e valor da produção em estimativas sobre a intensidade de poluição industrial; os coeficientes permitem estimativas a intensidade de poluição para os seguintes componentes do ar: SO₂, NO₂, CO, compostos orgânicos voláteis, partículas finas em suspensão (PM), partículas totais em suspensão; e poluentes da água: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos totais (SST); substâncias tóxicas e metais tóxicos do ar, solo e água. Os coeficientes para a estimativa do custo de redução da poluição por atividade e por tipo de poluente são também estimados.

Desvantagens do IPPS: a defasagem dos dados e o fato de não apresentar valores sobre o uso da água (somente efluentes).

Delphi: as primeiras publicações que mencionam a técnica Delphi são de 1948. Esta técnica consiste em um processo grupal que tem por finalidade obter, comparar e direcionar o julgamento de especialistas para um consenso sobre a área de estudo, promovendo a convergência de opiniões.

Vantagens: pode ser realizada por correio ou meio eletrônico, permitindo assim uma maior aderência dos especialistas; permite a realização de previsões em casos de carência de dados; é eficaz no tratamento de questões complexas; é flexível, o que permite que a aplique a qualquer situação que exija-se tomada de decisão; garante o anonimato do sujeito o que diminui a influência dos dados; a aplicação de sucessivas etapas da técnica permite que pontos de vista possam ser retirados, alterados ou adicionados a partir da reflexão dos especialistas.

Desvantagens: As perguntas que um estudo Delphi investiga são de elevada incerteza e especulação. Assim, uma população geral, ou mesmo um subconjunto restrito de população, não pode ser suficientemente experiente para responder perguntas com precisão.

Quadro 2: Parâmetros mais utilizados que podem ser aplicados ao setor industrial do Município de Maringá

ÍNDICE	INDICADORES	PARÂMETROS	INDÚSTRIAS
Pegada Ecológica	Consumo de Energia, Consumo de Recursos, Geração de Resíduos	Consumo de Carbono, de Combustível Líquido e Gás, de Energia Nuclear, Hidrelétrica, Eólica e Solar e Biomassa; Consumo Recursos e Geração de Resíduos Específicos da Indústria.	Fábrica de aglomerado de madeira, indústrias têxteis
Índice de Desempenho Ambiental (EPI)	Resíduos sólidos, Efluentes, Consumo de Recursos Naturais, Emissões Atmosféricas,	Resíduos perigosos, percentual de resíduos reciclados, quantidade de resíduos enviados a aterros; concentração de Cromo, Cobre, Chumbo, Óleo e Graxas; emissão de compostos orgânicos voláteis, particulados e emissão de gases causadores do efeito estufa; Concentração de SO ₂ ponderada, concentração de NO ₂ ponderada; CO ₂ per capita; intensidade de CO ₂ .	Nações, províncias Chinesas, manufatura de autopeças.
Índice de Vulnerabilidade Ambiental	Exposição a Atividade Industrial, Radiação térmica, Toxicidade de Produção	Emissão de SO ₂	Todos os setores, setor industrial como um todo, bacias hidrográficas.



<p>Índice com base em estudos termodinâmicos</p>	<p>resíduos</p> <p>Emissão de efluentes, geração de resíduos sólidos, consumo de água, qualidade da água, disposição de resíduos sólidos</p>	<p>% de oxigênio dissolvido na água, coliformes fecais dissolvidos na água, pH da água, DBO presente na água, nitratos, fosfatos, variação de temperatura, turbidez, resíduos totais da água; quantidade de resíduos reciclados e recuperados; pH do efluente; temperatura final do efluente; taxa de recuperação de energia; emissão de PM, SO₂, NO_x, CO, HCl, HF, NH₃; consumo médio e máximo de materiais auxiliares como CaO, NaOH, uréia, óleo combustível, água.</p>	<p>Incineradores de Resíduos Sólidos, construção civil e têxtil, agropecuária, alimentício, automotivo, eletrônico, embalagens, metalúrgico, plásticos, químico, cerâmica e setores mistos.</p>
---	--	---	---

4 CONCLUSÃO

A análise das informações coletadas levou à identificação da necessidade de observação das condições específicas de cada empreendimento e seu local de instalação, considerando parâmetros que contemplem condições climáticas e geográficas, crescimento urbano e população, pré-existent e posteriores, visto que o processo acelerado de urbanização contribui de forma significativa para o aumento de riscos em áreas residenciais e áreas de fragilidade ambiental.

O conhecimento das informações ambientais pontuais facilitarão a aplicação da gestão integrada de resíduos, ações de controle e monitoramento da poluição e a implementação de políticas públicas de gestão ambiental urbana.

Desta forma, a elaboração de um índice de qualidade ambiental para atividades industriais conterá informações complexas e poderá ser criado a partir de um mix dos métodos já existentes, considerando parâmetros pré-definidos ou não nesses métodos.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.A.F.; SILVA JÚNIOR, V.P.; SOARES, S.R.; Comparison of the ecological footprint and life cycle impact assessment method for a case study on Brazilian broiler feed production. **Journal of Cleaner Production**, v.28, 2012, p. 25-32.

AZZONE, G., MANZINI, R.,. Mensuring strategic environmental performance. **Business Strategy and the Environment**, v.3, n.1, p. 1-14, 1994.

BEYLOT, A.; VILLENEUVE, J.,. Environmental impacts of residual Municipal Solid Waste incineration: A comparison of 110 French incinerators using a life cycle approach. **Waste Management**, v.33, n.12, Dez 2013, p. 2781-2788.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Resolução Nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Inventário dos resíduos sólidos industriais**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31302.html>. Acesso em: 28 out. 2013

_____. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> – Acesso em 27 out 2013



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

_____. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em 27 out 2013

_____. Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE). **Relação Anual de Informações Sociais**. Disponível em <<http://www.mte.gov.br/rais/default.asp>> Acesso em 13 out 2013

CABELLO, J.M.; RUIZ, F.; PÉREZ-GLANDISH, B; MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, P.,. Synthetic indicators of mutual funds' environmental responsibility: Na application of the Reference Point Method. **European Journal of Operational Research**, v.236, Jul 2014, p. 313-325.

CANTARINO, A. A. A.,. Indicadores de desempenho ambiental como instrumento de gestão e controle nos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de exploração e produção de petróleo nas áreas offshore. 2003. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, BR.

CANTER L.W.; ATKINSON S.F. Multiple uses of indicators and indices in cumulative effects assessment and management. *Environ Impact Assess Rev* (2011).

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C.,. Políticas públicas e sustentabilidade ambiental. 2009. CENDRERO, A. Projeto Relesa - Elanem: uma Nova Proposta Metodológica de Índices e Indicadores para Avaliação da Qualidade Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.3, n.1; p. 33 – 47, 2002.

CERVI, J.L.; CARVALHO, P.G.M.; A Pegada Ecológica no Município do Rio de Janeiro. *Revista Ibero-americana de Economia Ecológica*, v.15, 2010, p. 15-29.

CLEVELAND, C.C., NEMERGUT, D.R., SCHMIDT, S.K., TOWSAND, A.R.,. Increases in soil respiration following labile carbon additions linked to rapid shifts in soil microbial community composition. *Biogeochemistry*, v.82, n.3, p.229-240, feb.2007.

CODOBAN, N.; KENNEDY, C. A. Metabolism of Neighborhoods. *J. Urban Plng. and Devel.*134 (2008), pp. 21-31

CORBURN, J. Community knowledge in environmental health Science: co-producing policy expertise. *Environmenal Science & Policy*, v.10, April 2007, p. 150-161.

CRUZ NETO, C.C.; ALVES, J.M.,. Pressure-State-Response: Avaliando a qualidade ambiental da cidade de Itabuna (BA). *Revista Administra-ção*, 2011.

DIAMANTINI, C; ZANON, B. Planning the urban sustainable development: The case of the plan for the province of Trento, Italy. *Environ Impact Assess Rev* 20 - Assessment Methodologies for Urban Infrastructure (2000), pp. 299-310.

DONNELLY, A.; JONES M.; O'MAHONY, T. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environ Impact Assess Rev** 27 (2007), pp. 161-175.

FIDALGO, E. C. **Crítérios para Análise de Métodos e Indicadores Ambientais Usados na Etapa de Diagnóstico de Planejamentos Ambientais**. 2003. 276 p. Tese. (Doutorado em Planejamento e



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

Desenvolvimento Rural Sustentado) Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP.

FIGUEIREDO, M.C.B.; VIEIRA, V.P.P.B.; MOTA, S.; ROSA, M.F.; MIRANDA, S.,. Análise de Vulnerabilidade Ambiental. Embrapa, Fortaleza-CE, 2010.

FIZAL, M.,. Na environmental assessment method for cleaner production Technologies. **Journal of Cleaner Production**, v.15, 2007, p. 914-919.

Global Reporting Initiative. <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/G3-Environment-Indicator-Protocols.pdf>

HAMMOND, A.; ADRIAAENSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R.,. A Systematic Approach to Mensuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Contexto f Sustainable Development. **World Resources Institute**, Mai 1995.

HERMANN, B.G.; KROEZE, C.; JAWJIT, W.,. Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, v. 15, n.18, Dez 2007, p. 1787-1796.

HERVA, M.; FRANCO, A.; CARRASCO, E.F.; ROCA, E.,. Review of corporate environmental indicators. *Journal of Cleaner Production*, v.19, n.15, Out 2011, p. 1687-1699.

HERVA, M.; FRANCO, A.; FERREIRO, S.; ÁLVAREZ, A.; ROCA, E.,. An approach for the application of the Ecological Footprint as environmental indicator in the textile sector. *Journal of Hazardous Materials*, v.156, n.1-3, Ago 2008, p. 478-487.

HOURNEAUX, F.; HRDLICKA, H.A.; GOMES, C.M.; KRUGLIANSKAS, I.,. The use of environmental performance indicators and size effect: A study of industrial companies. *Ecological Indicators*, v.36, Jan 2014, p.205-212.

HSU, A.; SHERBININ, A.; SHI, H.,. Seeking truth from facts: The challenge of environmental indicator development in China. *Environmental Development*, v.3, Jul 2012, p.39-51.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Base de Dados do Estado**. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br/>> Acesso em 10 out 2013

JUNIOR, F. H., ATILA, H.,. Indicadores Ambientais na Indústria. São Paulo.

KEEBLE, J. J.; TOPIOL, S.; BERKELEY, S.,. Using Indicators to Measure Sustainability Performance at a Corporate and Project Level. **Journal of Business Ethics**, v.44, n.2-3, Mai 2009, p. 249-158.

KITZES, J.; WACKERNAGEL, M.,. Answers to common questions in Ecological Footprint accounting. *Ecological Indicators*, v.9, n.4, Jul 2009, p.812-817.

KLIGERMAN, D.C.; VILELA, H.; CARDOSO, T. A. O.; COHEN, S.C.; SOUSA, D.; LA ROVERE, E.,. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.12, n.1, Jan/Mar 2007.



Encontro Internacional
de Produção Científica
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

KONDYLI, J. Measurement and evaluation of sustainable development: A composite indicator for the islands of the North Aegean region, Greece. *Environ Impact Assess Rev* 30 (2010), pp. 347-356.

LUZ, S.O.C., SELLITTO, M.A., GOMES, L.A.,. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. **Gest. Prod**, São Carlos, v.13, n.3, p. 557-570, set/dez 2006.

MACHADO, H. H. S. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Classe I Gerados no Município de Maringá-Pr**. 2013. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR.

MACHADO, H. H. S. MENEGUETTI, K. S. OLIVEIRA, J. C. D. **Potencial Poluidor de Atividades Industriais: Estudo de Caso – Maringá-PR**. VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. Outubro/2011. Anais Eletrônico. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá: Maringá-PR.

MEADOWS, D. Indicators and Information Systems for Sustainable Development. **The Sustainable Institute**, 1998.

NETO, J.M., KRÜGER, C.M., DZIEDZIC, M.,. Análise de indicadores ambientais no reservatório de Passaúna. **Eng Sanit Ambient**, v.14, n.2, p. 205-214, abr/jun 2009.

OECD, Industrial Policy in OECD Countries. **Annual Review** , Paris, 1994.

OECD, The Dynamics of Industrial Performance: What Drives Productivity Growth?. **OECD. Science, Technology and Industry Outlook**, Paris, 1998.

PEREIRA, L.G. & ORTEGA, E. A modified footprint method: The case study of Brazil. *Ecological Indicators*. v.16, Mai 2012, p.113–127.

SANTOS, M. F. R. F.; XAVIER, L.S.; PEIXOTO, J.A.A.,. Estudo do indicador de sustentabilidade “Pegada Ecológica”: Uma abordagem teórico empírica. **Revista Gerenciais**, São Paulo, v.7, n.1, 2008, p.29-37.

SANTOS, R. R.; SILVA, J. C. L, SÁ DE ABREU, M.C.,. Avaliação longitudinal de conduta ambiental empresarial: Uma proposta de método analítico quantitativo. **Revista Produção Online**, v.11, n.1, Mar 2011.

SELLITTO, M.A., BORCHARDT, M., PEREIRA, G.M.,. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operação de manufatura. **Gest. Prod**, São Carlos, v.17, n.1, p. 95-109, 2010.

SICHE, J.R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A.,. Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. **Ecological Economics**, v.66, n.4, Jul 2008, p.628-637.

SINGH, R.K.; MURTY, H.R.; GUPTA, S.K.; DIKSHIT, A.K.,. Na overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v.15, n.1, Abr 2012, p. 281-299.



X
EPCC

**Encontro Internacional
de Produção Científica**
24 a 26 de outubro de 2017

ISBN 978-85-459-0773-2

SKONDRAS, N.A.; KARAVITIS, C.A.; GKOTSIS, I.I.; SCOTT, P.J.B.; KALY, U.L.; ALEXANDRIS, S.G.,. Application and assessment of the Environmental Vulnerability Index in Greece. *Ecological Indicators*, v.11, n.6, Nov 2011, p. 1699-1706.

TIXIER, J.; DANDRIEUX, A.; DUSSERRE, G.; BUBBICO, R.; MAZZAROTTA, B.; SILVETTI, B.; HUBERT, E.; RODRIGUES, N.; SALVI, O.,. Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European Project. *Journal of Hazardous Materials*, v.130, n.3, Mar 2006, p. 251-264.

U. S. Environmental Protection Agency (EPA). Total maximum daily loads for toxic pollutants San Diego Creek and Newport Bay, California. U.S. EPA Region 9, 2009.