

# A IMPORTÂNCIA DAS ESCALAS DE DESEMPENHO NO TEMA ATMOSFERA NA ESTRUTURAÇÃO DOS RESULTADOS DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE

*André Cavalcante da Silva Batalhão*<sup>1</sup>

*Denílson Teixeira*<sup>1</sup>

*Emiliano Lôbo Godoi*<sup>2</sup>

## RESUMO

Os Indicadores de Sustentabilidade são pertinentes a diferentes temas, com o propósito de avaliar, monitorar e caracterizar o processo de desenvolvimento sustentável de um determinado recorte espacial. O tema Atmosfera se faz importante e relevante, pois as emissões de gases podem impactar negativamente a qualidade de vida dos seres vivos. Dentre as diferentes ferramentas disponíveis, o Barômetro da Sustentabilidade (BS) foi selecionado para a avaliação. Nessa perspectiva, o objetivo básico da presente pesquisa foi demonstrar a importância das Escalas de Desempenho do tema Atmosfera na dimensão ambiental, tendo como exemplo o município de Ribeirão Preto (SP). A metodologia adotada teve como principal fundamento o Ciclo de Sete Estágios para aplicação e análise do BS. O nível de qualidade do tema Atmosfera mostrou-se com potencial positivo em direção à sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Indicadores de Sustentabilidade; Qualidade do Ar; Barômetro da Sustentabilidade. Desenvolvimento Sustentável.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás – CIAMB/UFG

<sup>2</sup> Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – EEC/UFG.

# THE IMPORTANCE OF THE PERFORMANCE SCALES IN THE THEME “ATMOSPHERE” IN STRUCTURING THE RESULTS OF THE BAROMETER OF SUSTAINABILITY

## ABSTRACT

The Sustainability Indicators are relevant to different topics, in order to assess, monitor and characterize the process of sustainable development of a given spatial area. The Atmosphere theme is important and relevant because greenhouse gas emissions can negatively impact the quality of life of living beings. Among the different tools available, the Barometer of Sustainability (BS) was selected for evaluation. From this perspective, the basic aim of this research was to demonstrate the importance of Performance scales in the topic atmosphere in environmental dimension, taking the example of Ribeirão Preto (SP). The methodology was based principally on the Seven Stages cycle for application and analysis of BS. The level of quality of the atmosphere topic showed a positive potential towards sustainability.

**Keywords:** Sustainability Indicators. Air Quality. Barometer of Sustainability. Sustainable development.

## INTRODUÇÃO

O atual modelo de desenvolvimento tem implicado em severas alterações ambientais que, em muitos casos, são negativas e irreversíveis. Assim, atingir um desenvolvimento mais sustentável é um grande desafio para toda a sociedade. Este conceito, de desenvolvimento sustentável, surgiu nos anos de 1970, fruto do esforço para encontrar uma terceira via opcional àquelas que opunham, de um lado, desenvolvimentistas e, de outro, defensores do crescimento zero. Para estes últimos, chamados de “zeristas” ou (pejorativamente) “neomalthusianos”, os limites ambientais levariam a catástrofes se o crescimento econômico não cessasse (ROMEIRO, 2012).

É necessário destacar que “[...] o paradigma de desenvolvimento contemporâneo, apesar do progresso tecnológico, frustra as utopias que idealizavam um mundo no qual as pessoas seriam livres e teriam condições de igualdade para viver com dignidade” (LEMOS, 2008, p. 138). O resultado das desigualdades socioeconômicas no mundo se amplia à medida que a cultura desenvolvimentista se estabelece no correr do tempo, tratando de forma relapsa as questões ecossistêmicas, o que não atende aos princípios fundamentais do Desenvolvimento Sustentável.

De acordo com Peter Ferdinand Drucker, “*se você não pode medir, você não pode gerenciar*”. Entretanto, a busca por indicadores que possibilitem avaliar a sustentabilidade de um sistema é de grande complexidade, porém, extremamente necessária. Indicadores geralmente usados, como o PIB (Produto Interno Bruto), não fornecem informações adequadas sobre o desenvolvimento rumo à sustentabilidade. Indicadores de sustentabilidade devem ser desenvolvidos para fornecer base sólida para tomada de decisão em todos os níveis e contribuir para a sustentabilidade auto-regulada dos sistemas (BRASIL, 2004).

Os indicadores direcionados para o acompanhamento do Desenvolvimento Sustentável podem ser definidos como ferramentas metodológicas que permitem transmitir informações técnicas de uma forma

sintética, conservando o significado original dos dados, aceitando, dependendo do objeto estudado, apenas as variáveis que melhor espelham os objetivos da pesquisa. Estes indicadores quantificam e qualificam fenômenos, acontecimentos e realidades complexas, tendo papel relevante nos processos decisórios, na direção de ações e também na elaboração, monitoramento e execução de políticas públicas. Tradicionalmente os indicadores foram direcionados e gerados nas esferas social e econômica, com índices já consolidados e aceitos. Os indicadores direcionados ao Desenvolvimento Sustentável ainda são muito questionados e discutidos pela academia e por órgãos de gestão pública e privada. A consolidação de uma metodologia “padrão” e que gere índices que espelhem a realidade ambiental e atenda às necessidades em todas as escalas, ainda é muito debatida. Dentre as ferramentas de avaliação do Desenvolvimento Sustentável que possibilitam construir índices de sustentabilidade, as que são consideradas mais associadas ao tema são: o Barômetro da Sustentabilidade, o Painel da Sustentabilidade, a Pegada Ecológica e o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA) (KRONEMBERGER *et al.*, 2008), pois sintetizam informações quantitativas (resultado de operações matemáticas), refletindo aspectos analíticos qualitativos. Bellen (2006) afirma que o próprio processo de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade deve contribuir para uma compreensão do que seja realmente o desenvolvimento sustentável, a partir de sistemas de avaliação com alto grau de legitimidade.

A ferramenta de avaliação escolhida para a presente pesquisa foi o Barômetro da Sustentabilidade (BS), pois permite entender, avaliar e comunicar a sociedade sobre as interações entre homem e ambiente. A metodologia para construção do BS é de arquitetura flexível, não sendo composta por indicadores fixos, e possibilita a construção de Escalas de Desempenho, que contém os intervalos dos graus de sustentabilidade e tem atribuições comparativas. Essa metodologia combina indicadores de bem-estar humano (sociais, econômicos e institucionais) e de bem-estar ecológico (biofísicos), podendo ser aplicada desde a escala local até a global.

O principal objetivo deste trabalho foi demonstrar a importância das Escalas de Desempenho em uma análise que utiliza o BS como ferramenta de avaliação, e apresentar o nível de sustentabilidade da temática à partir das variáveis adotadas para a pesquisa, utilizando a cidade de Ribeirão Preto-SP como exemplo. O nível de qualidade do tema Atmosfera mostrou-se com potencial positivo em direção à sustentabilidade, pois apresentou boa avaliação na maioria dos indicadores utilizados na pesquisa.

## Revisão da literatura

### Barômetro da Sustentabilidade

O BS, que foi pensado e desenvolvido por uma equipe interdisciplinar, e tem como principal pesquisador da ferramenta Robert Prescott-Allen, a partir das instituições *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e *International Development Research Centre* (IDRC). Esta ferramenta faz parte do *System Assessment Method* (SAM) e trabalha no monitoramento das condições humanas e ecológicas relacionadas ao progresso do desenvolvimento sustentável. Foi criada para aumentar a percepção do conjunto e entender a interação entre sociedade e o meio ambiente, de forma coerente, e para que haja ampla visão desses dois subsistemas. Traz em sua essência a necessidade de integrar e organizar dados para, de forma efetiva, auxiliar a representação do diagnóstico ambiental. O método foi projetado em vários níveis geográficos, incluindo nacional, regional, provincial e municipal, mas é menos adequado em escalas muito pequenas (abaixo de 100 km<sup>2</sup>) (PRESCOTT-ALLEN, 2001).

Robert Prescott-Allen, em sua obra *The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*, de 2001, traz como hipótese, que o Desenvolvimento Sustentável se dá

a partir da combinação do bem-estar humano com o bem-estar ecológico. Essa hipótese é evidenciada na metáfora do Ovo do Bem-Estar. Essa metáfora demonstra que o Desenvolvimento Sustentável só é possível se o bem-estar humano e ecossistêmico forem atingidos juntamente, assim como um ovo só está bom se a clara e gema estiverem bons. (PRESCOTT-ALLEN, 2001).

O fluxo de estresse das pessoas no ecossistema se dá a partir da poluição, alto nível de consumo de recursos (energia, água, etc.), má ou não conservação dos recursos naturais (ex: contaminação de aquífero), deficiências tecnológicas (ex: vazamento de óleo), etc, assim como os benefícios são a conservação e preservação dos recursos naturais, reaproveitamento e tratamento de resíduos, etc. O fluxo de estresse do ecossistema nas pessoas são os efeitos de desastres naturais (ex: tsunamis, tempestades, furacões), severas alterações climáticas, erosões de solo, etc. (PRESCOTT-ALLEN, 2001).

As dimensões que auxiliam no processo de avaliação do Desenvolvimento Sustentável são compostas por indicadores que expressam as condições do recorte espacial a ser estudado, trazendo consigo os traços e particularidades do espaço. Por exemplo, não podemos utilizar indicadores que, inseridos na dimensão água, procurem levar em conta os ecossistemas marinhos, pois nem todas as cidades são municípios costeiros.

## O tema Atmosfera

A poluição atmosférica é um aspecto importante da degradação do ambiente urbano. Até a década de 60, as preocupações incidiam sobretudo sobre a poluição industrial (cujo paradigma era o *smog* londrino), constituída principalmente por compostos de enxofre e partículas (ANDRADE, 1996).

Hoje, a poluição atmosférica urbana é uma grande preocupação em todo o mundo, em países desenvolvidos e países em desenvolvimento. O inchaço da população urbana e o aumento do volume de tráfego motorizado em cidades resultaram em um grave nível de poluição do ar, que afeta o meio ambiente e a saúde humana. (GULIA *et al.*, 2015) Os efeitos negativos da poluição do ar em escalas regionais e locais têm sido cada vez mais percebidos, revelando ainda que os impactos negativos contribuem para alterações climáticas nestas aglomerações (TOLKACHEVA, 2006).

É necessário entender que “as substâncias emitidas para a atmosfera estão sujeitas a uma variedade de processos químicos e físicos que influenciarão na formação de produtos que poderão ser inofensivos ou nocivos para o meio ambiente e seres vivos” (VIEIRA, 2009, p.29). A mesma autora diz que as emissões são produtos das atividades humanas, industriais e fontes individuais, formando uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos, e que os eventos naturais também contribuem – como os vulcões e a decomposição das plantas.

O monitoramento sistematizado da qualidade do ar fornece informações sobre o *status* do presente da qualidade do ar, auxiliando na avaliação das políticas existentes, e a sua aplicação eficaz. Os componentes mais importantes de qualquer programa de monitoramento da qualidade do ar são: o planejamento, a concepção e a criação de redes de monitoramento com base nos objetivos de qualidade do ar (SIVERTSEN, 2008). Frondizi (2008) descreve os principais objetivos para a monitoração da qualidade do ar: determinar as concentrações mais altas; determinar as concentrações nas regiões com maior população ou densidade demográfica; determinar as concentrações resultantes em receptores críticos ou de grande sensibilidade; determinar o impacto de uma grande fonte emissora ou grupo de fontes em um mesmo local e fazer estudos das concentrações de fundo assim como outros estudos.

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluentes presentes no ar (CETESB, 2012). Conforme a Resolução CONAMA Nº 3, de 28/06/1990, considera-se poluente atmosférico:

“[...] qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade” (BRASIL, 1990).

O artigo 24 da *Constituição* de 1988 trata da competência concorrente entre União, Estados e DF, destacando que os entes federativos podem legislar sobre meio ambiente, e que a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais, não excluindo a competência suplementar dos Estados e municípios. De acordo com o artigo 30 da *Constituição* de 1988, cabe aos municípios legislar somente sobre assuntos de interesse local, ou seja, assuntos mais específicos, suplementando as legislações federal e estadual no que couber (BRASIL, 1988).

Os poluentes são divididos em primários e secundários. Poluentes primários são aqueles que entram na atmosfera na forma final, ou seja, pronto para causarem efeitos indesejáveis. Poluentes secundários são aqueles que surgem a partir de outros poluentes lançados na atmosfera, por reações químicas entre as substâncias lançadas e ou substâncias já existentes na atmosfera (DANTAS, 2005).

As Tabelas 1 e 2 apontam, respectivamente, os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA N° 03 de 28/06/90 e, contido na mesma resolução, os critérios para episódios agudos de poluição do ar.

**Tabela 1.** Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA N° 03 de 28/06/90).

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup>	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA <sup>2</sup>	80	60	
Partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup>	150	150	Separação inercial/filtração
	MAA <sup>3</sup>	50	50	
Fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100	Refletância
	MAA <sup>3</sup>	60	40	
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup>	365	100	Pararosanilina
	MAA <sup>3</sup>	80	40	
Monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000	Infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
Ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160	Quimiluminescência

**1** - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; **2** - Média geométrica anual e **3** - Média aritmética anual.

Fonte: CETESB, 2012.

A legislação estadual de São Paulo (DE N° 8.468 de 08/09/76) também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros, excluindo os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio. Os parâmetros comuns à legislação federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio para ozônio (legislação estadual para nível de atenção é 200 µg/m³) (CETESB, 2012).

**Tabela 2.** Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA N° 03 de 28/06/90).

Parâmetro	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas totais em suspensão (µg/m³) – 24h	375	625	875
Partículas inaláveis (µg/m³) - 24h	250	420	500
Fumaça (µg/m³) – 24h	250	420	500
Dióxido de enxofre (µg/m³) – 24h	800	1.600	2.100
SO <sub>2</sub> X PTS (µg/m³)(µg/m³) - 24h	65.000	261.000	393.000
Dioxido de nitrogênio (µg/m³) – 1h	1.130	2.260	3.000
Monóxido de Carbono (PPM) – 8h	15	30	40
Ozônio (µg/m³) – 1h	400*	800	1.000

\* O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na legislação estadual, que é mais restritiva (200 µg/m³).

Fonte: CETESB, 2012.

A variação temporal da qualidade do ar pode apresentar uma componente cíclica (de caráter anual, semanal ou diário), resultante da combinação da variação das emissões com a das condições atmosféricas (OKE, 1987), por isso as condições meteorológicas são determinantes na diluição dos poluentes. Por exemplo, segundo a CETESB (2012), a qualidade do ar piora com relação aos parâmetros monóxido de carbono, material particulado e dióxido de enxofre durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes, e o ozônio apresenta maiores concentrações na primavera e verão, por ser um poluente secundário que depende, dentre outros fatores, da intensidade de luz solar para ser formado.

A qualidade do ar é uma questão que acarreta impactos na saúde humana e ecossistêmica das cidades, sendo um fenômeno que contribui para o bem-estar público, mas que pode gerar efeitos inadequados, como: enfermidades, morbidades, contaminação, poluição, etc. Andrade (1996) destaca que a combinação dos ritmos diários das atividades humanas e das condições climáticas pode contribuir para a ocorrência de picos de poluição.

No Quadro 1 estão elencados os poluentes adotados para a presente pesquisa e seus efeitos adversos no meio ambiente e na saúde humana.

**Quadro 1. Poluentes adotados na pesquisa.**

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente	Efeitos Gerais à Saúde Humana
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> )	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria, veículos automotores e biomassa), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e água.	Ataca o sistema respiratório humano. Nos pulmões o material dificulta a respiração agravando quadros de bronquite e asma. Esse poluente também causa silicose, uma doença mortal que ataca os pulmões.
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.	Quando inalado causa problemas respiratórios como asma, bronquite e enfisema.
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.	Podem causar problemas cardíacos e respiratórios. A longa exposição a também causa a perda de resistência a infecções, principalmente no aparelho respiratório.
	compostos orgânicos tóxicos.			
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.	Irrita as mucosas e agrava doenças crônicas como asma e bronquite. Mesmo em pessoas saudáveis causa problemas respiratórios.

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com CETESB, 2012; Dantas, 2005; Peçanha, 2012 e Cançado, 2006.

Apesar do fato de que a introdução de tecnologias mais limpas nos dias atuais em fontes fixas e móveis (naturais e antropogênicas) tem contribuído para a redução de poluentes do ar, a poluição atmosférica continua a ser um grande risco para a saúde do meio ambiente e humana.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Ribeirão Preto como referência de análise

A área de estudo dessa pesquisa é o município de Ribeirão Preto, situado a nordeste do Estado de São Paulo (Figura 1), a 313 km da capital. A área territorial total (urbana e rural) da localidade é de 650,96 km<sup>2</sup>, com grau de urbanização de 99,72%, e uma população de 613.346 habitantes (SEADE, 2013). Ribeirão Preto é o centro de uma região de elevados índices de desenvolvimento em relação aos municípios do Brasil, tendo como ponto positivo a diversificação de sua economia e a qualidade de vida dos munícipes (RIBEIRÃO PRETO, 2012).

**Figura 1.** Recorte espacial da pesquisa – Ribeirão Preto (SP).



*Fonte: Elaborado pelos autores.*

A principal justificativa da escolha do município de Ribeirão Preto para a pesquisa a partir do Barômetro da Sustentabilidade se dá com a necessidade emergente de comunicar a sociedade sobre os níveis da sustentabilidade local.

As atividades ligadas à temática ambiental Atmosfera, geram informações para os *stakeholders* (lideranças de bairro, empresários da cidade, comunidade em geral), e podem ser utilizadas para suplementar políticas públicas e permitir que o bem-estar humano e ecológico estejam em harmonia com



o conceito de sustentabilidade, não esquivando do cumprimento das legislações pertinentes ao tema, que amparam uma gestão ambiental eficiente.

## Arranjos Metodológicos para tratamento e análise dos dados

A metodologia adotada nesta pesquisa é fundamentada no Ciclo de Sete Estágios para aplicação do Barômetro da Sustentabilidade, com características exploratória, descritiva e de campo, de acordo com o planejamento de pesquisa adotado, a partir de uma localidade delimitada como o universo da investigação (Ribeirão Preto–SP). Foram utilizados dados secundários, provenientes de relatórios e estudos realizados por pesquisadores e órgãos institucionais ligados à área ambiental.

O Ciclo de Sete Estágios (GUIJT; MOISEEV; PRESCOTT-ALLEN, 2001) fundamenta a seleção dos indicadores para compor o Barômetro da Sustentabilidade, com um método hierarquizado, composto por sete estágios, que ajuda a justificar a importância e relevância dos indicadores escolhidos em relação ao conceito de Desenvolvimento Sustentável, tornando perceptíveis deficiências e necessidades do espaço físico considerado no estudo. Os sete estágios são: 1) determinação da finalidade da avaliação; 2) definição do sistema e das metas; 3) esclarecimento das dimensões e critérios de desempenho; 4) escolha dos indicadores e critérios de desempenho; 5) recolhimento dos dados e mapeamento dos indicadores; 6) agregação dos indicadores; e 7) revisão dos resultados e avaliação das implicações.

Outra etapa importante da pesquisa é a transposição do valor numérico do indicador para a Escala do Barômetro da Sustentabilidade. Ela é feita por meio de uma fórmula de interpolação linear simples (adaptado de KRONEMBERGER; CARVALHO; CLEVELÁRIO JUNIOR, 2004) que indica o intervalo de qualidade em que determinado indicador está alocado. A fórmula abaixo demonstra a transposição de escalas e a relação entre  $DL_x$  (Desenvolvimento Local) e  $BS_x$  (Escala no Barômetro da Sustentabilidade), seja a escala de Desenvolvimento Local crescente ou decrescente. Isto é feito na operação de cálculo do grau do indicador local na Escala do Barômetro da Sustentabilidade:

$$BS_x = \left\{ \left[ \frac{(DL_A - DL_x)(BS_A - BS_P)}{(DL_A - DL_P)} \right] x(-1) \right\} + BS_A$$

Onde: A = limite anterior do intervalo que contém X.

P = limite posterior do intervalo que contém X.

Depois de feita a transposição para a escala do BS, podemos visualizar em qual setor de sustentabilidade o indicador se encaixa. A Tabela 3 mostra o alcance dos setores do BS.

**Tabela 3.** Os cinco setores do Barômetro da Sustentabilidade.

Setor	Pontos		Definição
	Alcance	Topo	
BOM	100-81	100	Desempenho desejável, objetivo plenamente alcançado
RAZOÁVEL	80-61	80	Desempenho aceitável, objetivo quase alcançado
MÉDIO	60-41	60	Desempenho neutro ou de transição
POBRE	40-21	40	Desempenho indesejável
RUIM	20-1	20	Desempenho inaceitável
BASE	0	0	Base da Escala

Fonte: Modificado de Prescott-Allen, 2001.

Na Tabela 4 estão os indicadores adotados para a pesquisa do tema Atmosfera, as fontes de referência para elaborar a escala de desempenho e o período da informação.

**Tabela 4.** Tema, Indicadores, Fontes e período para elaboração das Escalas de Desempenho.

Tema	Indicadores	Fonte e referência para elaboração da Escala de Desempenho	Ano da informação
ATMOSFERA	Partículas Inaláveis - MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fonte: CETESB (2012). Escala de desempenho de acordo com o Índice de Qualidade de Ar, com concentrações que vão de boa à péssima: zero a ≥420 µg/m <sup>3</sup> (Média Aritmética Anual).	2011
	Partículas Inaláveis - MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fonte: CETESB (2012). Escala de desempenho de acordo com o Índice de Qualidade de Ar, com concentrações que vão de boa à péssima: zero a ≥420 µg/m <sup>3</sup> (Média Aritmética Anual).	2011
ATMOSFERA	Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fonte: CETESB (2012). Escala de desempenho de acordo com o Índice de Qualidade de Ar, com concentrações que vão de boa à péssima: zero a ≥1600 µg/m <sup>3</sup> (Média Aritmética Anual).	2009
	Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fonte: CETESB (2012). Escala de desempenho de acordo com o Índice de Qualidade de Ar, com concentrações que vão de boa à péssima: zero a ≥2260 µg/m <sup>3</sup> (Média Aritmética Anual).	2011
	Ozônio - O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fonte: CETESB (2012). Escala de desempenho de acordo com o Índice de Qualidade de Ar, com concentrações que vão de boa à péssima: zero a ≥800 µg/m <sup>3</sup> (1 hora – não deve ser excedido mais que uma vez no ano).	2011

Fonte: Elaborado pelos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As escalas de desempenho dos indicadores do tema Atmosfera foram elaboradas a partir da definição dos limites dos intervalos (graus de sustentabilidade), baseada nas referências utilizadas para a sua construção. Desse modo, as escalas de desempenho dos indicadores são acomodadas de acordo com seu nível de sustentabilidade na escala do BS. O conteúdo da Tabela 5 mostra onde estão alocados os indicadores e sua situação perante à sustentabilidade.

**Tabela 5.** Escala de Desempenho dos indicadores de Ribeirão Preto – SP e sua associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

IDS	Valores dos IDS para RP	ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE				
		0 – 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100
		Ruim	Pobre	Médio	Razoável	Bom
ESCALA DE DESEMPENHO DOS INDICADORES DE RP						
MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	32	≥420	<420 - ≥250	<250 - >150	150 - >50	50 - 0
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	3	≥1600	<1600 - ≥800	<800 - >365	365 - >80	80 - 0
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	20	≥2260	<2260 - ≥1130	<1130 - >320	320 - >100	100 - 0
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	119,5	≥800	<800 - ≥200	<200 - >160	160 - >80	80 - 0
Nº de veículos per capita (por 1000 hab.)	429,52	800 – 651	650 – 601	600 – 401	400 – 201	≤200
Cobertura arbórea (%)	23,58	10,33 – 13,43	13,44 – 17,85	17,86 – 24,29	24,30 – 39,37	39,38 - 56,12

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após observar a atribuição aos escores relativos aos critérios da escala de desempenho, cada indicador é organizado para fornecer uma leitura visual dos resultados para que este revele um quadro geral da situação por meio de um índice de *performance*, ou Grau do Tema, como pode ser observado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Situação do tema Atmosfera na Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

Valores na Escala do Barômetro da Sustentabilidade			
Indicadores	Grau dos indicadores no BS	Grau do Tema	Estado do tema em relação ao Desenvolvimento Sustentável
MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	87	78	Razoável (Potencialmente Sustentável)
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	99		
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	99,5		
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	70		
Nº de veículos per capita (por 1000 habitantes)	55		
Cobertura arbórea (%)	57,5		

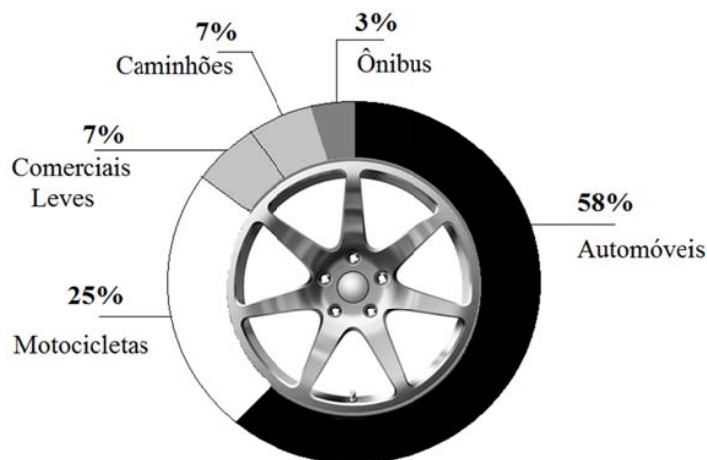
Fonte: Elaborado pelos autores.

No tema Atmosfera, o indicador que teve o menor desempenho foi o *Número de Veículos per capita* (por 1.000 habitantes). O número excessivo de veículos em relação ao número de habitantes retraiu o grau desse indicador em relação à sustentabilidade. Segundo o *Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo*, em 2011 (CETESB, 2012) a cidade de Ribeirão Preto possuía uma frota total de 273.621 veículos, sendo 168.888 automóveis, 31.929 veículos comerciais leves (utilitários), 7.247 caminhões, 1.139 ônibus e 64.418 motos. A metodologia utilizada nesse relatório consiste em estimar a frota circulante no Estado. Esse conceito se diferencia da frota registrada pelo DETRAN-SP, que não subtrai os veículos que estão fora de uso. De acordo com esse relatório, em 2011, a frota circulante no Estado era de aproximadamente 13,6 milhões de veículos, sendo 9 milhões de automóveis, 1,6 milhões de comerciais leves, 500 mil ônibus e caminhões e 2,5 milhões de motocicletas. Foi observado um crescimento de 6% em relação a 2010, e a idade média dos veículos era de oito anos. Entretanto, mais de 4,3 milhões de veículos com mais de 10 anos ainda circulam no Estado (CETESB, 2012).

Segundo CETESB (2012), a partir do *Relatório de Qualidade de Ar de 2011*, Ribeirão Preto teve o último monitoramento de monóxido de carbono em 2008, que foi considerado não representativo, ou seja, os dados não servem para divulgação. Segundo a CETESB, no ano de 2011, a emissão de monóxido de carbono foi monitorada somente na Região Metropolitana de São Paulo e Campinas. O que justifica o não monitoramento desse poluente em Ribeirão Preto pode ser encontrado na Lei Estadual nº 9.034/94 de 27 de dezembro de 1994, que divide o Estado de São Paulo em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs, classificadas em quatro unidades vocacionais: Industrial, em Industrialização, Agropecuária e Conservação.

A UGRHI 4 está classificada “em industrialização” e, segundo a CETESB (2012), as áreas prioritárias, em termos de poluição de ar, são a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e os pólos industriais. As emissões de monóxido de carbono se devem principalmente ao uso de veículos leves (CETESB, 2012), que correspondem a 96,93% da frota da cidade de Ribeirão Preto. A partir desse dado, presume-se que o município é um emissor importante de monóxido de carbono e de outros poluentes. Isso justifica a utilização desse indicador no tema Atmosfera, pois tem o objetivo de suprir a falta de parâmetros sobre o poluente. Para ilustrar a importância do potencial de emissão de monóxido de carbono pela frota de Ribeirão Preto, a Figura 2 apresenta as categorias de veículos que são responsáveis pela emissão desse poluente, tendo como referência o Estado de São Paulo:

**Figura 2.** Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no Estado de São Paulo em 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores com dados da CETESB, 2012.

O indicador *Número de Veículos per capita* também revela que Ribeirão Preto necessita de melhores políticas públicas de mobilidade, a fim de oferecer diferentes alternativas de transporte, pois possui um indicador 3,38 vezes maior que o do Brasil (KRONEMBERGER *et al*, 2008), que é de 132 veículos per capita (por 1.000 habitantes). Alternativas como pedágios urbanos, rodízio de veículos por placa e aumento da malha de ciclo-faixas (interligando os setores da cidade) desestimulariam a população a utilizar seu veículo próprio, ofertando outras formas de locomoção, que facilitariam o fluxo no trânsito em áreas críticas e diminuiria o impacto ambiental pelas emissões. Na Agenda 21, estão descritos os objetivos para o setor de transportes para promoção do desenvolvimento urbano sustentável, a partir de utilização de energias alternativas e renováveis, redução dos níveis de emissão de poluição atmosférica e sonora.

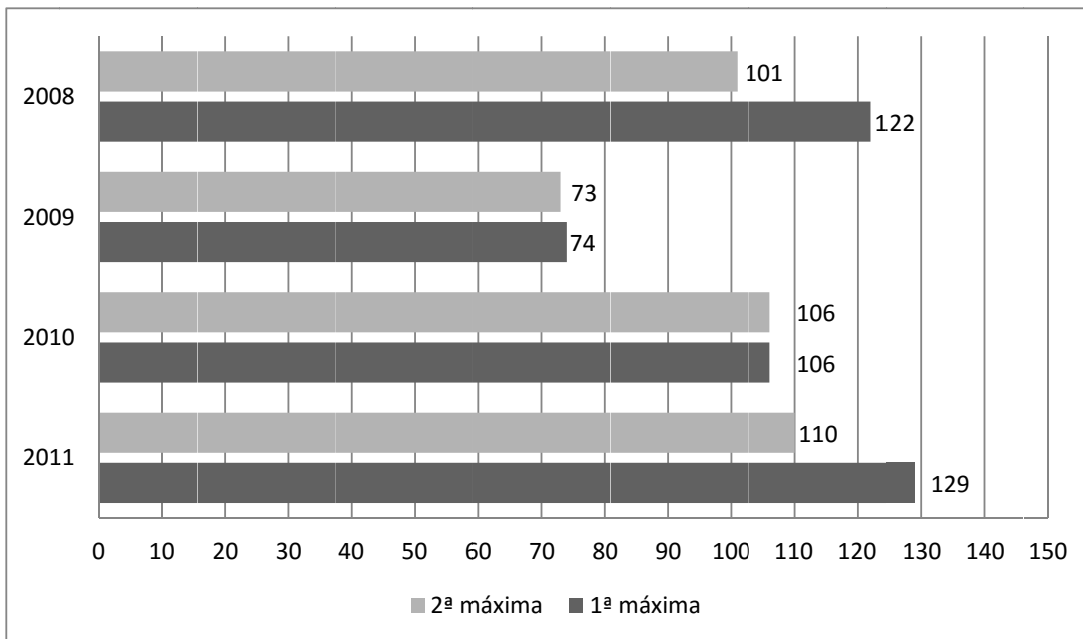
Tratando-se da variável *Cobertura arbórea*, Ribeirão Preto apresentou o valor de 23,58%, considerado um valor satisfatório, mas com problemas relacionados com a má distribuição arbórea nas regiões da cidade. Filho (2012), em estudo realizado em todo perímetro urbano de Ribeirão Preto, destaca a baixa ocorrência de indivíduos arbóreos em vias públicas, principalmente nas regiões centrais e oeste. O mesmo autor também destaca que os setores estudados apresentaram necessidade de intervenção em silvicultura urbana para receberem cerca de 191 mil árvores a serem plantadas em vias públicas. Essa ação pode proporcionar uma melhoria das condições ambientais futuras, gerando um efetivo aumento da cobertura arbórea e, conseqüentemente, do bem-estar da sociedade.

A cobertura arbórea desempenha também, no âmbito local, serviços ambientais importantes para a manutenção do ecossistema urbano. Conforto térmico, filtragem parcial de material particulado no ar e reciclagem do ar por meio de fotossíntese, fixando carbono e promovendo a oxidação de gases tóxicos são alguns exemplos dos serviços prestados.

O valor encontrado para o indicador *Ozônio* foi considerado razoável. Analisando informações da CETESB (2012), nota-se a ocorrência de muitos dias de precipitação pluviométrica em 2011 (principalmente nos meses de janeiro a março), decorrentes das linhas de instabilidade associadas aos períodos de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS. As horas de nebulosidade acarretadas pela precipitação pluviométrica nos meses mencionados podem ter ajudado na diminuição da quantidade da radiação solar incidente, fator este fundamental na formação do ozônio. A diminuição dos focos de queimadas em todo o Estado também pode ter contribuído para uma menor formação de ozônio no interior paulista, implicando em níveis mais baixos de concentração deste poluente do que os observados em 2010. O maior número de ocorrências em Ribeirão Preto, como na região sudeste do Estado de São Paulo, foi registrado nos meses de setembro e outubro, na transição de períodos seco e chuvoso.

A concentração de *Material Particulado* foi considerada sustentável para o sistema. De acordo com a CETESB (2012), Ribeirão Preto além de não ultrapassar o padrão das concentrações médias anuais ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) em 2008, 2009, 2010 e 2011, também não ultrapassou o padrão diário nos mesmos anos (Figuras 3 e 4).

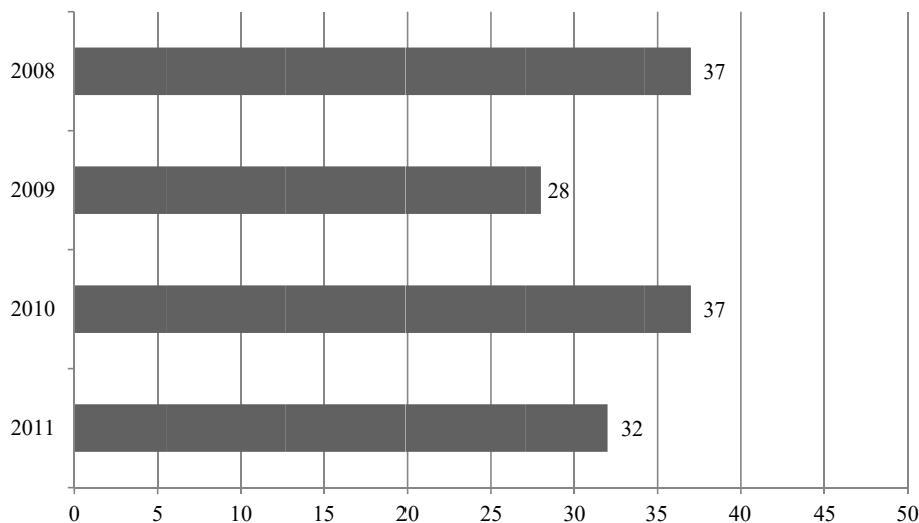
**Figura 3.** Classificação de Concentrações diárias máximas de  $MP_{10}$  2008-2011 em Ribeirão Preto



Fonte: Elaborado pelos autores com informações de CETESB (2012).

Em 2009, foram encontrados os menores valores do poluente na classificação dos dois tipos de concentração. Isso se deu devido a ocorrência de maior quantidade de precipitações pluviométricas e de maior número dessas ocorrências em 2009, em comparação com os outros anos considerados. Segundo a CETESB (2010), as regiões pertencentes a Unidade Vocacional que Ribeirão Preto é constituinte, sofreram influência de linhas de instabilidade acima das médias climatológicas, resultando em menores concentrações de poluentes.

**Figura 4.** Classificação de Concentrações médias anuais de  $MP_{10}$  2008-2011 em Ribeirão Preto



Fonte: Elaborado pelos autores com informações de CETESB (2012).

No interior do Estado foram observadas 9 ultrapassagens do padrão diário em 2011, identificadas na estação manual de Santa Gertrudes-Jardim Luciana e de Rio Claro. Na região de Santa Gertrudes e Rio Claro estão instaladas diversas indústrias de pisos cerâmicos, cujas atividades são potenciais fontes de material particulado para a atmosfera. Em cidades, o material particulado pode conter metais como o ferro, o níquel, o cobre e metais pesados como chumbo (DANTAS, 2005), que apresentam a característica de reduzir eficientemente a visibilidade nas áreas urbanas.

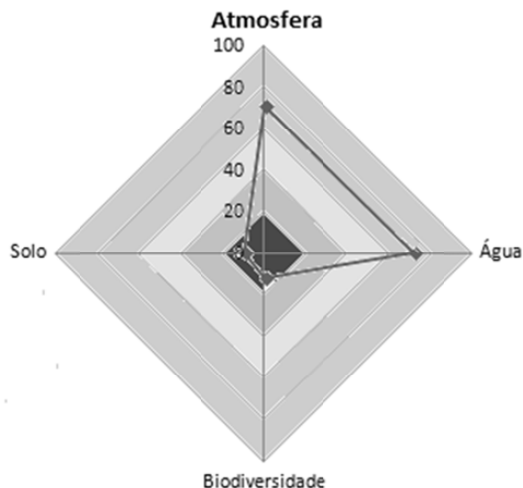
O indicador segundo melhor colocado no tema Atmosfera foi o que representa as emissões de *Dióxido de Enxofre*. O valor observado para cidade de Ribeirão Preto durante 2011 foi de  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado pela CETESB como dado representativo e divulgável. Esse valor é considerado bom para o sistema, pois reflete baixo nível de emissões danosas de enxofre na atmosfera, mas a interrupção do monitoramento da qualidade do ar, como aconteceu com esse poluente, pode promover emissões sem restrições, sem que as medidas legais coíbam atos transgressores e infratores.

O dióxido de enxofre é um poluente que está presente na composição das chuvas ácidas e causa danos ecossistêmicos (impactos negativos e alterações no meio ambiente) e também prejudica edificações, principalmente nas partes compostas por metais. A concentração de dióxido de enxofre na atmosfera se dá com mais frequência em regiões industrializadas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, e esses poluentes podem ser encontrados a quilômetros de distância do emitente. Ribeirão Preto, considerada como unidade vocacional que está em industrialização, apresentou uma emissão baixíssima do poluente. Para ilustrar a diferença de emissão de dióxido de enxofre entre unidades vocacionais em industrialização e industrializadas, utilizamos parâmetros representativos. De acordo com a CETESB (2012), o local de amostragem Cubatão – Centro, UGRHI 7, com vocação industrial, em 2007 teve máximas em 24 horas de 54 e  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; em 2008, máximas em 24 horas de 52 e  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; e, em 2009, máximas em 24 horas de 70 e  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No local de amostragem Cubatão – V. Parisi, UGRHI 7, com vocação industrial, o ano de 2010 foi marcado por máximas em 24 horas de 273 e  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maior valor com representatividade observado nesse local de amostragem entre o período de 2007 a 2011. Os locais de amostragem de Osasco e São Caetano do Sul, em 2011, apresentaram respectivamente máximas de 29 e  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e de 31 e  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , locais considerados com vocação industrial. Os valores apresentados acima evidenciam que as regiões industrializadas possuem maior concentração de dióxido de enxofre do que a região considerada como em industrialização, onde Ribeirão Preto está inserida. As regiões industrializadas têm maior concentração desse poluente por vários motivos: território com indústrias de transformação, processo logístico adotado pelas indústrias das localidades (utilização de caminhões), topografia, etc.

A variável que indica a concentração de *Dióxido de Nitrogênio* na atmosfera apresentou o melhor resultado classificado na escala de desempenho. Em longa exposição e em altas concentrações este poluente é prejudicial à saúde da população humana, como também à saúde ambiental, como já foi descrito no Quadro 2. O mapeamento das medições de  $\text{NO}_2$  é também uma grande ferramenta que indica a localização de sua fonte emissora, já que este poluente tem um tempo de residência de aproximadamente 1 dia, ficando assim concentrado bem próximo às fontes poluidoras. Apesar do grande número de veículos na cidade de Ribeirão Preto, alguns avanços tecnológicos para a diminuição de emissão de  $\text{NO}_2$  podem justificar o baixo nível de concentração deste poluente: a instalação de conversores catalíticos nos carros mais modernos (transformando os gases prejudiciais à saúde humana e ambiental em gases inertes); a utilização de óleo diesel mais limpo; e a adoção dos biocombustíveis no abastecimento de aeronaves.

A representação gráfica (Figura 5) mostra o desempenho do tema Atmosfera, na escala do Barômetro da Sustentabilidade, no Subsistema Ecológico, na cidade de Ribeirão Preto.

**Figura 5.** Desempenho dos temas no Subsistema Ecológico analisados na cidade de Ribeirão Preto na Escala do BS.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O nível de qualidade do tema Atmosfera, a partir das variáveis adotadas, mostrou-se com potencial positivo em direção à sustentabilidade. O tema Atmosfera está fixado na faixa de sustentabilidade “razoável” (tratada também como Potencialmente Sustentável) na escala do Barômetro da Sustentabilidade, em que ocupa o segundo melhor desempenho do Subsistema Ecológico.

## CONCLUSÃO

O objetivo da presente pesquisa foi alcançado, pois versa a importância da criação e adoção de Escalas de Desempenho alicerçadas por parâmetros limitantes acordados com o bem-estar humano e ecológico. O resultado da análise do tema serve como matéria-prima para o entendimento dos parâmetros do ar pela sociedade, como também para subsidiar políticas públicas ambientais no âmbito municipal. Além disso destaca-se a importância da análise das variáveis mais críticas, que necessitam de uma maior atenção pelo poder público.

A ferramenta de avaliação Barômetro da Sustentabilidade se mostrou efetiva em escala local, contribuindo para a análise e o entendimento do tema Atmosfera. Cabe destacar a utilização do BS como uma ferramenta que contribui sensivelmente para a busca da sustentabilidade dos municípios, promovendo, não só a reflexão sobre o real significado do Desenvolvimento Sustentável, como também a continuidade e manutenção da qualidade ambiental local, compatibilizando políticas públicas ambientais no âmbito municipal.

A elaboração das Escalas de Desempenho no tema Atmosfera é uma etapa componente na estruturação dos resultados do BS e de grande importância no estabelecimento dos limites para cada grau de sustentabilidade. Ela também fertiliza abstrações a serem feitas em relação à perspectiva dos seres vivos como elementos essenciais, a partir de suas interações e vivendo em seu ambiente. Na confecção das Escalas de Desempenho são encontradas dificuldades em compatibilizar valores e limites toleráveis pelas esferas envolvidas no processo de Desenvolvimento Sustentável, ou seja, a sincronicidade dos parâmetros considerados para a pesquisa do sistema escolhido. Os resultados deste trabalho podem auxiliar positivamente gestores públicos a aprimorar, reformular ou expandir a locução de respostas que influenciam o meio natural, e, conseqüentemente, o homem.



## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, H. A qualidade do ar em Lisboa: valores médios e situações extremas. **Revista Finisterra**, v.31, n.61, Lisboa, 1996, p. 43-66.
- BELLEN, H. M. van. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 256p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 brasileira: resultado da consulta nacional / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2ed. Brasília: MMA, 2004. 158p.
- \_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 25 mar. 2013.
- \_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n. 03/90**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA, 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em: 22 nov. 2012.
- CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; ARBEX, M. A.; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 32, p. 5-11, 2006.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2011**. São Paulo: Cetesb, 2012. 69 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/emissoes/relatorio-emissoes-veiculares-2011.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2011**. São Paulo: Cetesb, 2012. 120 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/relatorios/Relatorio-Ar-2011.zip>>. Acesso em 18 out. 2012.
- \_\_\_\_\_. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2009**. São Paulo: Cetesb, 2010. 292p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/relatorios/Relatorio-Ar-2009.zip>>. Acesso em 20 out. 2012.
- DANTAS, A. A. A. **Poluição do ar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 25p.
- FILHO, D. F. S. **Estabelecimento de áreas prioritárias para a arborização por meio de sensoriamento remoto e geotecnologias para o Município de Ribeirão Preto, SP**. Piracicaba: Departamento de Ciências Florestais/USP, 2012. 36 p. Disponível em: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/smambiente/p-diretor/i22indice.php>>. Acesso em: 29 nov. 2012.
- FRONDIZI, C. A. **Monitoramento da qualidade do ar: teoria e prática**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 276p.
- GUIJT, I. M.; MOISEEV, A.; PRESCOTT-ALLEN, R. **IUCN resource kit for sustainable assessment**. Geneva: *IUCN Monitoring and Evaluation Initiative*, 2001. 347p.

GULIA, S.; NAGENDRA, S. M. S.; KHARE, M.; KHANNA, I. *Urban air quality management-A review*. **Atmospheric Pollution Research**, v.6, Turquia, 2015, p.286-304.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J. A. S.; COLLARES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma análise a partir da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 25-50, 2008.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CARVALHO, C. N. de; CLEVELÁRIO JUNIOR, J. Indicadores de Sustentabilidade em Pequenas Bacias Hidrográficas: uma aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à Bacia do Jurumirim (Angra dos Reis, RJ). **Revista Geochimica Brasiliensis**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 86-92, 2004.

LEMOS, P. R. Políticas Públicas, Meio Ambiente e Gestão Participativa. In: PÁDUA, E. M. M.; JUNIOR, H. M. (Org.). **Ciências Sociais, complexidade e meio ambiente: Interfaces e desafios**. Campinas: Papirus, 2008. p.137-159.

OKE, T. R. *Boundary Layers Climates*, 2.ed. Londres: Routledge, 1987. 435p.

PEÇANHA, M. P.; FREITAS, N. P.; LOURENÇO, R. W.; DONALISIO, M. R.; CORDEIRO, R. Saúde e Meio Ambiente. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012, p. 155-176.

PRESCOTT-ALLEN, R. *The wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment*. Washington: Island Press, 2001. 342p.

RIBEIRÃO PRETO. **Histórico de Ribeirão Preto: Uma região em pleno desenvolvimento**. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal, 2012. Disponível em: < <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/crp/i71regiao.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Revista Estudos Avançados*, v.26 n.74, São Paulo, 2012, p.65-92.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Informações dos municípios paulistas**. São Paulo: Secretaria Estadual de Planejamento e Desenvolvimento Regional do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/imp/index.php?page=tabela>>. Acesso em 12 out. 2013.

SIVERTSEN, B. Monitoring air quality, objectives and design. **Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly** 14, v.3, 2008, p.167-171.

TOLKACHEVA, G. A. Problems of Air Quality in Tashkent City. In: BARNES, I.; RUDZINSKI, K. J. (eds.). *Environmental Simulation Chambers: Application to Atmospheric Chemical Processes*. Houten: Springer Netherlands, 2006. p.379-392.

VIEIRA, N. R. **Poluição do ar: indicadores ambientais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2009. 220p.