



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

APLICAÇÃO DE ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE COMO SUBSÍDIO NO  
PROCESSO DECISÓRIO PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

CHRISTIANE DE FARIA SCHETTINI

BELO HORIZONTE

2018

CHRISTIANE DE FARIA SCHETTINI

APLICAÇÃO DE ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE COMO SUBSÍDIO NO  
PROCESSO DECISÓRIO PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro Federal de  
Educação Tecnológica de Minas Gerais,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Engenheira Ambiental e  
Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias

BELO HORIZONTE

2018

Schettini, Christiane de Faria.

S---

Aplicação de índices de sustentabilidade como subsídio no processo decisório para o planejamento estratégico da Região Metropolitana de Belo Horizonte/ Christiane de Faria Schettini.- 2018.

73f. : il. color. ; 31 cm.

Orientador: Vandeir Robson da Silva Matias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2018.

1.Desenvolvimento Sustentável. 2.Cidades Sustentáveis. 3.Índices de Sustentabilidade. I. Matias, Vandeir da Silva. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Aplicação de índices de sustentabilidade como subsídio ao processo decisório para o planejamento estratégico da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

CDD -----

CHRISTIANE DE FARIA SCHETTINI

APLICAÇÃO DE ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE COMO SUBSÍDIO NO  
PROCESSO DECISÓRIO PARA O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA REGIÃO  
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Centro Federal de  
Educação Tecnológica de Minas Gerais,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Engenheira Ambiental e  
Sanitarista.

Data de aprovação: 22/11/18

Banca examinadora:

Vandeir Robson da Silva Matias

Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias - CEFET MG – Orientador

Matusalém de Brito Duarte

Prof. Dr. Matusalém de Brito Duarte – CEFET MG

Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior

Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior – CEFET MG

## **AGRADECIMENTOS**

Acredito que a vida é um labirinto, cheio de curvas e obstáculos. Nessa trajetória é necessário aprender com o outro e agradecer também. Agradecer pelas pessoas que com tanta gentileza e generosidade surgem no nosso caminho, só para nos fazer crescer, aprender e evoluir. A essas pessoas, deixo minhas palavras de gratidão eterna e respeito.

Ao CEFET-MG, seus professores e coordenadores, à direção, pela bagagem de conhecimento adquirida ao longo do curso de graduação. À CNPQ/PIBIT pela oportunidade de participar da iniciação científica, a qual originou este trabalho. Ao meu orientador, Vandeir Robson da Silva Matias, pelo seu suporte integral, incentivo e suas correções. À banca examinadora, por aceitar o meu convite cordialmente e engrandecer a pesquisa com o auxílio de materiais e conselhos. À Geomineral e toda sua equipe, por terem proporcionado o estágio supervisionado, no qual pude enriquecer minha experiência profissional e pessoal.

Em especial, a minha família, namorado e amigos, pelo amor e apoio incondicional para superar as dificuldades diárias. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu sonho, que é a minha formação, muito obrigada de coração!

## RESUMO

Schettini, Christiane de Faria. Aplicação de índices de sustentabilidade como subsídio no processo decisório para o planejamento estratégico da Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2018. 73f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Um dos grandes desafios do século XXI é sustentabilidade, sendo que grande parte dos problemas ambientais mundiais tem origem nas cidades, onde as dimensões social, econômica e ambiental se manifestam de forma mais intensa. Diante disso, atualmente, há um grande apelo em relação ao planejamento integrado e participativo dos Estados, municípios e regiões metropolitanas, que caminhe para uma abordagem de cidades sustentáveis. Para isso ocorrer de forma adequada, é necessário ter um banco de dados sólido sobre o meio estudado. Desta forma, devem-se escolher dados que sejam significativos, comparáveis e de fácil interpretação. E a ferramenta mais importante para a apresentação dessas informações é a utilização de indicadores e índices para mensurar o grau de sustentabilidade das cidades. A partir disso, este trabalho utilizou o banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, do Atlas Brasil e da Fundação Estadual do Meio Ambiente, selecionando 54 indicadores das dimensões: social, institucional, econômico e ambiental. A princípio optou pela metodologia da Fundação do Meio Ambiente de Minas Gerais para determinar o índice de sustentabilidade. Em seguida, elegeu a Análise de Cluster pelo método hierárquico com distância euclidiana e ligação Ward para conhecer a partição ideal dos grupos, totalizando dez grupos. A partir disso, foram calculadas as estatísticas descritivas dos índices de cada grupo, concluindo-se que os grupos que possuem o maior grau de sustentabilidade são: 7 (Belo Horizonte) e 9 (Baldim). E os grupos que possuem menor grau de sustentabilidade são: 2 (Vespasiano e Raposos) e 10 (Taquaraçu de Minas). Em seguida, foi construído um mapa temático do grau de sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Depois disso, foi traçado o perfil dos grupos. E por último, foram feitas propostas de melhoria futuras no âmbito do planejamento ambiental. Com isso, espera-se avaliar a sustentabilidade dos municípios a partir da análise dos índices e assim auxiliar o processo decisório, servindo como subsídio para o direcionamento das políticas públicas em relação à distribuição de recursos financeiros.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Planejamento. Cidades sustentáveis. Índices.

## ABSTRACT

Schettini, Christiane de Faria. Application of sustainability indexes as a subsidy in the decision-making process for the strategic planning of the Metropolitan Region of Belo Horizonte. 2018. p.73 Monograph (Graduate in Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

One of the great challenges of the twenty-first century is the sustainability, with most of the global environmental problems coming from cities, where the dimensions social, economic and environmental are more pronounced. Given this, there is now a great appeal for more integrated and participative planning of states, municipalities and metropolitan regions, that lead to sustainable cities approach. For this to occur properly, it is necessary to have a solid database about the environment in question. That way, data that is meaningful, comparable and easy to interpret must be chosen. And the most important tool for presenting this information is the use of indicators and indexes to measure the degree of sustainability of cities. Thus, this essay used the database of the Brazilian Institute of Statistical Geography, Atlas Brazil and the State Environmental Foundation, selecting 54 indicators of the social, institutional, economic and environmental dimensions. Initially, it chose the methodology of the Minas Gerais Environment Foundation to determine the sustainability index. Next, it chose the Cluster Analysis by the hierarchical method with Euclidean distance and Ward link to know the ideal partition of the groups, totalizing ten groups. From this, the descriptive statistics of the indexes of each group were calculated, concluding that the groups with the highest degree of sustainability are: 7 (Belo Horizonte) and 9 (Baldim). And the groups with the lowest degree of sustainability are: 2 (Vespasiano and Raposos) and 10 (Taquaraçu de Minas). Knowing the degree of sustainability of the municipalities of the RMBH, a thematic map was constructed. Then the profile of the groups was drawn. Finally, proposals for future improvement were made in the scope of environmental planning based on the characteristics of each group. That said, it is expected to evaluate the sustainability of municipalities based on the analysis of the indexes, the essay will assist the decision-making process, serving as a subsidy for directing the public policy related to the distribution of financial resources.

Keywords: Sustainability. Planning. Sustainable cities. Indexes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### A) FIGURAS

Figura 1– Tripé da Sustentabilidade.....	18
Figura 2 – Pirâmide de informação.....	30
Figura 3 – Região Metropolitana de Belo Horizonte em relação ao Estado de Minas Gerais.....	41
Figura 4 – Municípios da RMBH.....	41
Figura 5 – Distribuição da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte.....	44

### B) QUADROS

Quadro 1– Índices sociais, institucionais, econômicos, ambientais e de sustentabilidade .....	37
Quadro 2– Valores das estatísticas descritivas dos Índices sociais, institucionais, econômicos, ambientais e de sustentabilidade.....	45
Quadro 3– Passos de amalgamação.....	48
Quadro 4 – Divisão dos grupos ( <i>clusters</i> ).....	49
Quadro 5 – Associação dos municípios aos seus respectivos índices.....	51
Quadro 6 – Descritivas dos grupos ( <i>clusters</i> ).....	52

### C) GRÁFICOS

Gráfico 1 – Boxplot dos índices (social, institucional, econômico, ambiental e de sustentabilidade).....	46
Gráfico 2 – Dendograma do <i>cluster</i> ideal.....	47

### D) MAPAS

Mapa 1 – Divisão dos grupos ( <i>clusters</i> ).....	50
Mapa 2 – Grau de sustentabilidades dos grupos ( <i>clusters</i> ).....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDS – *Acquired Immunodeficiency Syndrome*

CEFET MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

ICMS– Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IDEB– Instituto de Desenvolvimento da Educação Básica

IPEA– Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

MMA– Ministério do Meio Ambiente

MUNIC– Pesquisa de Informações Básicas Municipais

ODM– Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS– Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OECD– Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONG– Organização Não Governamental

ONU– Organização das Nações Unidas

RMBH– Região Metropolitana de Belo Horizonte

SEBRAE– Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

PIB– Produto Interno Bruto

UMEI – Unidades Municipais de Ensino Infantil

UNICEF– *United Nations Children's Fund*

TIC– Tecnologia de Infraestrutura de Comunicação

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - porcentagem

\* - asterisco

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3. ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
3.1 Evolução do desenvolvimento sustentável .....	16
3.1.1 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio .....	19
3.1.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável .....	23
3.1.3 Cidades Sustentáveis .....	25
3.2 Índices e Indicadores de Sustentabilidade .....	29
3.2.1 Bases e conceitos sobre indicadores e índices .....	29
3.2.2 Benefícios e limitações de indicadores e índices .....	31
4. METODOLOGIA .....	33
4.1 Banco de dados .....	33
4.2 Cálculo do Índice de Sustentabilidade .....	35
4.3 Análise de Cluster .....	38
4.4 Caracterização da área de estudo .....	41
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	45
5.1 Análise descritiva dos dados .....	45
5.2 Análise de Clusters .....	47
5.3 Planejamento estratégico da RMBH .....	49
5.3.1 Caracterização do perfil dos grupos .....	54
5.3.2 Tomada de decisão .....	57
6. CONCLUSÕES .....	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
ANEXO A – Indicadores Sociais .....	70
ANEXO B – Indicadores Institucionais .....	71
ANEXO C – Indicadores Econômicos .....	72
ANEXO D – Indicadores Ambientais .....	73

## 1. INTRODUÇÃO

O advento da industrialização e do desenvolvimento tecnológico, a partir da Revolução Industrial da segunda metade do século XVIII veio acompanhado do processo de urbanização. Esse conjunto de elementos tem gerado impactos ambientais significativos, principalmente nos centros urbanos (LEAL; FARIAS; ARAÚJO, 2008). Isto se deu em virtude do uso indiscriminado dos recursos naturais para suprir a demanda das indústrias e o padrão de vida nas cidades, sem preocupação com o meio ambiente (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

A segunda metade do século XX é marcada pela incerteza ao futuro do meio ambiente. Muitas catástrofes ambientais, como o acidente de Bophal na Índia, o desastre nuclear em Chernobyl na Ucrânia, aconteceram entre as décadas de 1960 a 1980, matando milhares de pessoas e deixando outros milhares contaminados. Isso provocou uma crescente discussão e conscientização sobre os problemas ambientais na Europa (BELLEN, 2006).

Além disso, segundo a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, no ano de 1968, surgiu o primeiro grupo a debater questões relacionadas ao meio ambiente, à sustentabilidade e ao limite de crescimento, que ficou conhecido como o Clube de Roma. O grupo era composto por empresários, cientistas, humanistas, economistas e representantes governamentais para discutir o uso desenfreado dos recursos naturais e alertar que se não houver mudança de postura mundial em relação à degradação ambiental, o sistema poderia entrar em colapso.

A partir do cenário de crise ambiental surgiram e consolidaram os movimentos em prol do meio ambiente que impulsionaram acordos e conferências a partir da década de 1970. Esses movimentos tinham como o foco discutir e problematizar a questão do desenvolvimento. Uma das primeiras conferências mundiais foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo na Suécia. Nesta conferência, os governantes dos países desenvolvidos manifestaram suas opiniões em relação à preservação do meio ambiente, afirmando que era necessário reduzir os padrões de desenvolvimento em todo o planeta, exposto no relatório: Limites para o crescimento. Claramente, os países subdesenvolvidos não aceitaram a recomendação de estagnação, surgindo o primeiro conflito entre os países ricos e os países pobres (RIBEIRO, 2012).

Segundo Sobrinho (2008), o termo “ecodesenvolvimento” apareceu, contemplando as cinco dimensões da sustentabilidade: econômica, ecológica, geográfica, social e cultural. Essa terminologia foi reelaborada, passando a ser denominado como desenvolvimento sustentável no documento “Nosso Futuro Comum”, conhecido como Relatório de Brundtland. Esse documento foi aprovado na Reunião da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987, definindo desenvolvimento sustentável como: “desenvolvimento que satisfaz necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em atender suas próprias necessidades” (SOBRINHO, 2008).

Após 20 anos da conferência de 1972, no Rio de Janeiro, aconteceu a Conferência Mundial sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, intitulada como Rio-92 ou Eco-92, na qual se reforçou o princípio das responsabilidades comuns em relação à crise ambiental. Essa conferência foi um marco histórico, pois conseguiu reunir representantes governamentais do mundo inteiro, tendo como resultado um documento expressivo, a Agenda 21 (ARAÚJO et al., 2006).

De acordo com Ribeiro (2008), a Agenda 21 fez uma análise do quadro de degradação do meio ambiente, propondo diversas metas, desde a preservação dos oceanos até a consolidação do planejamento participativo em dimensão global. Além de incluir a necessidade de fortalecer o desenvolvimento econômico. Porém, não esclareceu como operacionalizar o desenvolvimento sustentável. A Agenda 21 influenciará efetivamente o plano de gestão, as legislações relacionadas ao meio ambiente em todo o mundo nos anos posteriores.

De acordo com a *United Nations Children's Fund* (UNICEF), em 2000, realizou-se o primeiro encontro da Cúpula do Milênio, na qual 189 líderes mundiais se reuniram em Nova York para discutir sobre o futuro da humanidade, pois havia uma imensa desigualdade social entre as nações. Em resposta a esse paradoxo vivido pelos países, foi elaborada a Declaração do Milênio, que estabeleceu diversas medidas para a diminuição da pobreza, preservação do meio ambiente, paz e direitos humanos. Mas para isso se tornar real, foi proposto um plano: os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio+20. Os dirigentes presentes renovaram o compromisso político para o desenvolvimento sustentável, reafirmando o que foi acordado nas conferências anteriores. Além disso, foi

proposto que as instituições deveriam orientar as ações nos níveis: regional, nacional, e local. Essas ações deveriam ser baseadas nos indicadores, os quais são uma ferramenta fundamental para mensurar e acelerar o desenvolvimento sustentável.

Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, cerca de 150 líderes internacionais se reuniram na sede da ONU em Nova York para participarem da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, com o intuito de formalizar uma nova agenda do desenvolvimento sustentável para ações governamentais até 2030. Assim, em 2015, a ONU propôs os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas para erradicar a pobreza, promover o bem-estar para as pessoas, preservar o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas.

Diante da pressão internacional, as empresas e os municípios passaram se preocupar cada vez mais em melhorar seu desempenho ambiental, controlando seus impactos ambientais negativos, levando em consideração suas políticas ambientais e sua gestão sustentável (PADIA et al., 2013). Desta forma, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), a sustentabilidade deixou de ser somente questão social e ecológica para ocupar uma posição estratégica na sociedade, sendo um diferencial de competitividade e de uma garantia maior de longevidade dos negócios. Assim como um elemento essencial na garantia de qualidade de vida da população nas cidades.

Desta forma, o planejamento urbano contemporâneo no Brasil seguiu as ideias relacionadas ao desenvolvimento sustentável. Isto levou o planejamento urbano para um viés sustentável, baseado nos artigos 182 e 183 da Constituição brasileira de 1988, a partir da promulgação da Lei 10.257 de 10 de Julho de 2001. Esta lei ficou conhecida como Estatuto da Cidade que previu o desenvolvimento de instrumentos urbanísticos, como: Plano Diretor; parcelamento; operações urbanas consorciadas; audiência e consulta pública; Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), gestão participativa metropolitana, dentre outros.

Os instrumentos urbanísticos passaram a priorizar o planejamento participativo, isto é, a participação da população no planejamento das ações municipais. Além de atribuir importância aos interesses coletivos e conter a especulação imobiliária. Esses instrumentos desempenham um papel fundamental na correção dos problemas das cidades e na sua administração pública. Todavia, apresentam algumas falhas, que devem ser constantemente aprimoradas (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

De acordo com Catapan et al (2016), nota-se que um dos grandes desafios do século XXI é a implementação da sustentabilidade global e que grande parte dos problemas ambientais globais tem origem nas cidades, nas quais as dimensões social, econômica e ambiental se manifestam de forma mais intensa. Logo, o foco de ação de elaboração de soluções se tornam as cidades, já que para existir desenvolvimento sustentável, é necessário também haver sustentabilidade da população nos centros urbanos (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

Diante deste desafio, o planejamento urbano está buscando consertar o crescimento desorganizado das cidades no passado, transformando o modo de pensar, administrar e planejar os espaços urbanos e assim caminhando para um viés sustentável, no qual estão sendo mais estudadas as concepções de cidades inteligentes e cidades sustentáveis (CATAPAN et al., 2016).

Segundo Santos (2004), para que o planejamento urbano aconteça de forma adequada e caminhe para a abordagem de cidades sustentáveis, é necessário ter um bom banco de dados sobre o meio estudado. Dessa forma, o planejador deve escolher dados que sejam significativos, comparáveis e de fácil interpretação para a construção de uma boa base para o processo de tomada de decisão. E a ferramenta mais importante para a apresentação dessas informações é a utilização de indicadores e índices. No entanto, conforme Bellen (2006), para lidar com a complexidade do desenvolvimento sustentável, há a necessidade da união de vários indicadores (ambientais, econômicos, institucionais, sociais) e a interação entre eles, visando à mensuração da sustentabilidade.

Portanto, para compreender os indicadores de sustentabilidade especificamente, é interessante entender primeiro, o conceito de indicadores, de modo geral. Em segundo, ter o conhecimento de outros conceitos, como dados, informação, parâmetro, variável, meta e objetivo. Além disso, é necessário perceber a importância da aplicação de indicadores e índices associados ao desenvolvimento sustentável, os seus benefícios e as suas limitações (BELLEN, 2006). Afinal, os indicadores e os índices podem diagnosticar as realidades, evidenciando tanto as mudanças, quanto às redes de causa-consequência dos meios e assim produzir cenários futuros, os quais auxiliam na tomada de decisão do poder público e direcionam as ações preventivas, visando melhorar a qualidade de vida da população nas cidades (SANTOS, 2004).

Os indicadores de sustentabilidade apresentam diversas vantagens, contudo a sua aplicação apresenta algumas limitações. A primeira limitação segundo Bellen (2006), diz respeito à perda de informação quando se tenta resumir várias informações em apenas um índice. Além disso, segundo o mesmo autor, a maior parte dos indicadores de sustentabilidade não refletem a viabilidade e operação do sistema total. Geralmente mostram os interesses dos pesquisadores em sua seleção, logo podem ser parciais e subjetivos, e assim podem não expressar as articulações entre o meio ambiente e a sociedade.

Desta forma, o tema do presente trabalho é de grande relevância, pois, atualmente há um grande apelo em relação ao planejamento mais integrado e participativo dos Estados, municípios e regiões metropolitanas, principalmente a partir da Agenda 21. Uma vez que dentro de um mesmo contexto geográfico, notam-se acentuadas diferenças nas dimensões: econômica, social, institucional e ambiental (CARVALHO et al., 2011). Com isso se faz importante a aplicação de indicadores e índices para avaliar a sustentabilidade das cidades e auxiliar a tomada de decisão da Secretaria do Estado, mostrando os aspectos a serem aprimorados. A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos indicadores e índices, os municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), em questão, possam utilizá-los como subsídio e incentivo para o direcionamento das políticas públicas em relação à distribuição de recursos financeiros. E assim tornando esses municípios em cidades mais sustentáveis, melhorando a qualidade de vida da sua população.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

A partir da grande importância de estabelecer esforços para a avaliação do avanço ao desenvolvimento sustentável das cidades, o objetivo do presente trabalho concentra-se em avaliar a sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, através da aplicação de indicadores e índices de sustentabilidade para auxiliar o processo decisório, através da análise, baseada na Análise de Cluster e dos métodos de estatística descritiva.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Aplicar a Análise de Cluster para dividir os municípios em grupos, conforme o grau de semelhança entre eles;
- b) Calcular e analisar as estatísticas descritivas dos índices de cada grupo;
- c) Construir um mapa temático do grau de sustentabilidade dos municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte;
- d) Traçar o perfil de cada grupo; e
- e) Elaborar propostas de melhoria futuras no âmbito do planejamento ambiental a partir das características de cada grupo gerado pelo Cluster.

### **3. ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Evolução do desenvolvimento sustentável**

De acordo com Matos e Rovella (2015), o conceito de desenvolvimento apresentou várias fases ao decorrer da história. A partir da metade do século XVIII, o conceito de desenvolvimento era sinônimo de crescimento econômico, e não estava associado à justiça, à qualidade de vida e à liberdade. Contudo, essa carga de variáveis sociais se incorporou ao conceito, visto que há possibilidade de crescimento na produção de riqueza e não haja melhora no padrão de vida da população como um todo, pois a riqueza não é uniformemente distribuída.

Portanto, segundo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2012), o conceito de desenvolvimento sustentável foi evoluindo tanto em relação ao entendimento dos seus objetivos de desenvolvimento, quanto em relação às novas concepções de sustentabilidade ambiental, apresentando uma expansão das suas interpretações e assim, ampliando a complexidade do seu significado.

Conforme Bellen (2006), entre as décadas de 1960 a 1980, a humanidade vivenciou diversas catástrofes ambientais, como a de Bophal na Índia, o acidente em Chernobyl na Ucrânia, dentre outras. As pressões da sociedade em relação aos desastres ambientais somada à reflexão do conceito de desenvolvimento fizeram com que houvesse uma tomada de consciência sobre a problemática ambiental, observando a incompatibilidade dos padrões de vida com a capacidade de renovação do meio ambiente.

Portanto, a partir da década de 1980, por meio dos debates da ONU sobre as mudanças climáticas, o conceito de desenvolvimento sustentável veio para o discurso público como resposta para a sociedade diante da crise socioambiental, que passou a levar em consideração, além do aspecto econômico, a preocupação com o uso racional dos recursos naturais e com a justiça social (MATOS; ROVELLA, 2005).

O Relatório de Brundtland produzido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU em 1987, definiu desenvolvimento sustentável como o “[...] desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Esse conceito implica em produzir cada vez mais com menos recurso natural possível, minimizando ao máximo os impactos negativos ao meio ambiente. E isso pode ser alcançado através do uso da tecnologia, da

redução de resíduos na produção e do aumento da vida útil dos produtos, sendo que devem ser distribuídos a todos de forma mais democrática (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, nesse mesmo documento apresentou outra definição para desenvolvimento sustentável:

[...] um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão todas em harmonia e melhoram o potencial corrente e futuro de satisfação das aspirações e necessidades humanas. (2012, p. 12)

Desse modo, percebe-se a evolução do conceito, englobando a ampliação da definição de desenvolvimento e de sustentabilidade.

Já para Bellen (2006), o desenvolvimento sustentável deve estar entre dois grandes sistemas, o humano e o ecológico. E para essa relação se sustentar, deve-se garantir que os impactos das atividades humanas fiquem dentro dos limites adequados, visando à preservação ecológica, a qual dá suporte à vida humana.

Para Sartori, Latrônico e Campos (2014), a sustentabilidade pode ser conceituada como a capacidade de um sistema ambiental (natural e humano) suportar e se ajustar às mudanças por certo tempo. E o desenvolvimento sustentável seria o meio de se alcançar a sustentabilidade.

E para Elkington (2001), a sustentabilidade deve ser entendida como a equidade das dimensões ambiental, econômico e social, conhecido como o tripé da sustentabilidade, como é mostrado na figura 1.

Figura 1: Tripé da sustentabilidade.



Fonte: Venturini e Lopes (2015).

Desta forma, para ter a transição para o desenvolvimento sustentável, as empresas devem adotar medidas pautadas na sustentabilidade, logo o desenvolvimento sustentável é o objetivo a ser atingido e a sustentabilidade é o meio para isso ocorrer (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014).

Enquanto que para (SACHS, 2004 apud RIBEIRO, 2012, p. 211), o desenvolvimento sustentável deve ser baseado nos cinco pilares: social, ambiental, econômico, territorial e político, configurando um novo projeto de integração solidária e responsabilidade mútua da sociedade:

- a) **Sustentabilidade Social** (grifo autor): implica na diminuição das diferenças sociais e na multiplicidade do desenvolvimento. Este não existe se não há incremento do emprego e renda e se a produção de bens não é dirigida prioritariamente às necessidades básicas;
- b) **Sustentabilidade Econômica** (grifo autor): alude ao aumento da produção e da riqueza social sem a dependência externa, com manejo eficiente de recursos, responsabilização das empresas por danos ambientais e que o resultado de uma jornada de trabalho seja suficiente para garantir qualidade mínima diária ao trabalhador;
- c) **Sustentabilidade Ecológica** (grifo autor): expressa o fortalecimento dos recursos potenciais do planeta, com a garantia de sua reprodução a partir da extração dos recursos mais renováveis e menos inofensivos ao ambiente;
- d) **Sustentabilidade Geográfica** (grifo autor): reforça o potencial do planejamento territorial, cujo objetivo é tornar-se o espaço uma instância de equilíbrio entre a sociedade e a natureza, com base na descontração de populações e atividades produtivas e;

e) **Sustentabilidade Cultural** (grifo autor): busca a preservação das raízes endógenas da produção, com soluções de desenvolvimento adaptadas a cada cultura (SACHS, 2004 apud RIBEIRO, 2012, p. 216).

A dificuldade de definir o desenvolvimento sustentável se dá em função da diversidade de concepções de sustentabilidade, a qual é constituída por elementos que são complicados de mensurar, como a cultura e a história. De acordo com Bellen (2006), existem dois tipos de pensamento acerca da dinâmica da sustentabilidade: o tecnocentrismo e o ecocentrismo. O primeiro pensa que a sustentabilidade está relacionada à preservação de todo capital na Terra e que ela pode ser atingida pela alteração do capital ambiental pelo capital desenvolvido pelo homem. Já o ecocêntrico acredita que é necessário manter o capital natural devido ao seu fundamental valor. Assim, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável serão temas presentes e recorrentes nos discursos das principais conferências mundiais nas décadas seguintes.

### 3.1.1 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

No Rio de Janeiro, em 1992, aconteceu a Conferência Mundial sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio-92, na qual se reforçou o princípio das responsabilidades comuns da crise ambiental. Essa conferência foi um marco histórico, pois conseguiu reunir muitos líderes internacionais e teve como resultado diversos documentos, sendo o mais expressivo, a Agenda 21.

A Agenda 21 é um documento de comprometimento internacional voltado para o desenvolvimento sustentável, com um esforço conjunto dos governos para ações que equilibram as necessidades das pessoas, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico (ARAÚJO et al., 2006). Claramente, sua mensagem era que a preservação do meio ambiente e o alcance do desenvolvimento sustentável deveriam ser compartilhados com uma responsabilidade mundial e que uma grande mudança era precisa, tendo em vista a alteração de padrões insustentáveis de produção. Logo, a Agenda 21 pode ser considerada uma nova ordem mundial, de ajuda aos países subdesenvolvidos a superar a pobreza e a desigualdade social (KEATING, 1994). Isso pode ser observado na seguinte passagem desse documento:

Crescimento Econômico, desenvolvimento social e erradicação da pobreza são as primeiras e primordiais prioridades para os países em desenvolvimento, sendo essenciais para o alcance do objetivo de sustentabilidade nacional e global (AGENDA 21, apud RIBEIRO, 2012, p.219).

Além disso, a Agenda 21 estabeleceu uma visão acerca da degradação do meio ambiente e formulou metas relacionadas à proteção das águas doces e dos mares, às medidas em defesa às mulheres, à conservação e manejo dos recursos da natureza e à consolidação do planejamento participativo em esfera mundial. Em oposição a esses grandes avanços, a Agenda 21 não mostrou como operacionalizar o desenvolvimento sustentável (RIBEIRO, 2012).

Conforme Malheiros, Philippi e Coutinho (2007), o governo brasileiro seguindo a Agenda 21 global iniciou a Agenda 21 nos domínios nacional, regional e local. Em 2002, cerca de 30% dos municípios brasileiros informou que já havia começado o processo de Agenda 21 local. Porém, era necessária maior atenção das instituições governamentais e não governamentais em relação ao desenvolvimento de avaliação de resultados desses processos locais para direcionar as políticas e as ações, visando melhorar continuamente os aspectos falhos. Isso seria possível através da aplicação de indicadores e índices de sustentabilidade, sendo o foco na regulação rumo ao desenvolvimento sustentável.

No entanto, segundo Sequinel (2002), para verificar a implementação da Agenda 21 mundial, em 1997, foi realizada a Sessão Especial da Assembleia Geral das Nações Unidas, intitulada como Rio+5, na qual foram identificadas diversas falhas, sobretudo em relação às dificuldades para erradicar a pobreza e diminuir a desigualdade social. Diante disso, era necessário realizar uma nova cúpula.

Assim, de acordo com a *United Nations Children's Fund*, em 2000, ocorreu a Cúpula do Milênio, na qual 189 líderes mundiais se reuniram em Nova York, na sede da ONU para discutir sobre o futuro da humanidade, pois havia uma imensa desigualdade social entre as nações. De um lado, países em situações muito miseráveis, de conflito e apresentando um meio ambiente cada vez mais deteriorado. Aproximadamente 1,1 bilhão de pessoas encontrava-se abaixo da linha da pobreza. De outro lado, nações com um futuro próspero e boa qualidade de vida da população.

Em resposta a esse paradoxo vivido pelos países, foi elaborada a Declaração do Milênio, que estabeleceu diversas medidas para a diminuição da pobreza, preservação do meio ambiente, paz e direitos humanos. Mas para isso se tornar real, foi proposto um plano: os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os quais são:

- a) Diminuir a pobreza e a fome extremas;

- b) Alcançar o ensino básico universal;
- c) Promover a igualdade entre os gêneros e a valorização da mulher;
- d) Diminuir a taxa de mortalidade infantil;
- e) Melhorar a saúde das gestantes;
- f) Combater a *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), a malária e outras doenças;
- g) Melhorar a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente; e
- h) Afirmar as parcerias mundiais para o desenvolvimento.

Conforme Sequinel (2002), em 2002, a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável se reuniu em Joanesburgo na África do Sul, conhecida como Rio+10, para revisar as metas propostas na Rio-92 e reorientar os esforços nas principais dificuldades encontradas.

Levando em consideração que a Rio-92 ocorreu em um contexto mundial favorável, de cooperação internacional, pós-queda do Muro de Berlim, a Rio+10 aconteceu em um cenário de grande desigualdade social e conflito nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. A conferência de 2002 mostrou o agravamento da situação do mundo, pois não houve grandes evoluções em implementar o que foi estabelecido na Agenda 21 e nos acordos anteriores.

Segundo a Organização das Nações Unidas (2010), após 10 anos da elaboração dos ODM, e faltando somente cinco anos para o prazo estipulado para alcançá-los, a Cúpula das Nações Unidas sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, conhecida como Reunião Plenária de Alto Nível da Assembleia Geral, reuniu cerca de 150 líderes mundiais para reafirmar os ODM e acelerar o processo da implementação dos ODM, sobretudo da erradicação da pobreza.

De acordo com o relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, a implementação dos ODM no mundo não foi um fracasso completo, pois muitos países tiveram êxito na diminuição da pobreza, no aumento da alfabetização, na redução da mortalidade infantil, na expansão do acesso ao saneamento básico e no crescimento no combate à AIDS, a malária e outras doenças.

Todavia, a evolução para alcançar os ODM não foi distribuída uniformemente pelo planeta e com poucos esforços adicionais dos governos, pois aproximadamente 1,4 bilhão de pessoas continuava abaixo da linha da pobreza, ou seja, viviam com menos de US\$ 1,25 por dia e um bilhão de pessoas ainda passava fome. Além disso, nove milhões de crianças morreram

antes de completar cinco anos e somente 50% da população tinham acesso à água potável e ao esgotamento sanitário.

Nas reuniões plenárias, foram discutidos estes temas. Além disso, houve a participação de Organizações Não Governamentais (ONGs), sociedade civil e corporações empresariais na mesa redonda. A Cúpula de 2010 teve como resultado a elaboração de um plano de ação para a implantação dos ODM até 2015, de acordo com a Organização das Nações Unidas (2010).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2012), em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Rio+20. Os dirigentes presentes renovaram o compromisso político para o desenvolvimento sustentável, reafirmando a Declaração de Estocolmo da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (1972), os princípios da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), a implementação da Agenda 21, o Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (2002), o documento final da Reunião Plenária de Alto Nível da Assembleia Geral das Nações Unidas sobre os ODM (2010), entre outros.

Na Rio+20, foi proposto que as instituições deveriam orientar as ações nos níveis regional, nacional, e local para a promoção do desenvolvimento sustentável, como pode ser visto no trecho abaixo:

Encorajamos as autoridades regionais, nacionais, subnacionais e locais, conforme o caso, a desenvolver e utilizar estratégias de desenvolvimento sustentável como instrumentos-chave para orientar a tomada de decisões e implementação do desenvolvimento sustentável em todos os níveis, e, nesse sentido, reconhecemos que dados e informações integrados no âmbito social, econômico, ambiental, bem como a análise e a avaliação eficazes são importantes para processos de decisão (Declaração final da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável, 2012, p.21).

Além do mais, eles abordaram temas, como: economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável, incluindo cidades sustentáveis, e a erradicação da pobreza. Foram propostos planos de ações, metas e indicadores, reconhecendo que os indicadores são extremamente fundamentais para mensurar e acelerar o desenvolvimento sustentável, conforme o Ministério do Meio Ambiente (2012).

### 3.1.2 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Conforme a Organização das Nações Unidas, seguindo o que foi acordado na Conferência Rio+20, em 2015, cerca de 150 líderes internacionais se reuniram na sede da ONU em Nova York para participarem da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, com o intuito de formalizar uma nova agenda do desenvolvimento sustentável.

A nova agenda servirá como base para as ações dos governos até 2030, e foi fundamentada nos resultados da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em 2002, na Cúpula sobre os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio em 2010 e na Rio+20 em 2012.

De acordo com o Ministério das Relações Exteriores, depois de quase dois anos de reuniões consultivas e negociações entre governos, incluindo a colaboração da sociedade civil, foram propostos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas para erradicar a pobreza, promover o bem-estar para as pessoas, preservar o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas, envolvendo as quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional.

Os 17 ODS recomendados pela Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável são:

- a) Objetivo Um: acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- b) Objetivo Dois: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- c) Objetivo Três: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- d) Objetivo Quatro: assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- e) Objetivo Cinco: alcançar a igualdade de gênero e a valorização das mulheres;
- f) Objetivo Seis: assegurar a disponibilidade, a gestão sustentável da água e o saneamento básico para todos;
- g) Objetivo Sete: assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia;

- h) Objetivo Oito: promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
- i) Objetivo Nove: construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- j) Objetivo Dez: reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
- k) Objetivo Onze: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- l) Objetivo Doze: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- m) Objetivo Treze: tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos;
- n) Objetivo Quatorze: conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- o) Objetivo Quinze: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- p) Objetivo Dezesesseis: promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis; e
- q) Objetivo Dezesete: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional deverão seguir o que foi disposto nos ODS, atualizando os ODM, até 2030.

Segundo o Ministério de Meio Ambiente (2012), no Brasil, com objetivo de implementar os ODS, o poder executivo instituiu o Decreto nº8.892, de 27 de Outubro de 2016, responsável na criação da Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento, a Portaria nº 24, de 04 de Abril de 2017, para a escolha dos representantes para a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Além do mais, decretou a Portaria nº81, de 11 de Outubro de 2017, criando o Regimento Interno da Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

### 3.1.3 Cidades Sustentáveis

Segundo a Organização das Nações Unidas, entre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, o 11º objetivo (Cidades e Comunidades Sustentáveis) propõe: “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Esse objetivo é considerado muito importante para o alcance do desenvolvimento sustentável, pois aproximadamente 50% da população mundial vivem nos centros urbanos, ocupando 2% da superfície terrestre. Além disso, utilizam 60 a 80 % dos recursos naturais e são responsáveis pela emissão de 75% de gás carbono.

Isto significa que o processo de urbanização acelerado e sem planejamento está colocando em risco o meio ambiente e a saúde da população. Desse modo, esse objetivo de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, apresenta um imenso potencial de otimizar os recursos naturais por meio da redução do consumo, da adoção de sistemas de energia verdes, dentre outros.

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, nota-se que um dos grandes desafios do século XXI é a sustentabilidade global e que ela deixou de ser somente questão social e ecológica para ocupar uma posição estratégica na sociedade, sendo um diferencial de competitividade e de uma garantia maior de longevidade dos negócios. Além disso, a sustentabilidade se tornou um elemento essencial na garantia de qualidade de vida da população nas cidades, pois grande parte dos problemas ambientais globais tem origem nas cidades, onde as dimensões social, econômica e ambiental se manifestam de forma mais intensa. Logo, o foco de ação de elaboração de soluções se tornam as cidades (CATAPAN et al., 2016).

Diante disso, se configura a importância do planejamento territorial, pois ele é um instrumento para organizar e ordenar o território brasileiro, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais que nele ocorrem, sobretudo nas grandes cidades brasileiras. E tem como finalidade propiciar um diagnóstico preciso sobre o meio físico-biótico, socioeconômico e sobre sua organização institucional. Além de oferecer as diretrizes de ação, as quais deverão refletir os diferentes interesses dos cidadãos. Para que ocorra de forma correta, demanda um efetivo esforço institucional, voltado para a integração das ações e políticas públicas territoriais, como também a articulação com a sociedade civil, levando em consideração seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (COSTA, 2008).

Desta forma, segundo Cassilha e Cassilha (2009), o planejamento urbano contemporâneo no Brasil seguiu as ideias relacionadas ao desenvolvimento sustentável, baseado nos artigos 182 e 183 da Constituição brasileira de 1988, a partir da promulgação da Lei 10.257 de 10 de Julho de 2001. Essa lei ficou conhecida como Estatuto da Cidade, o qual prevê o Plano Diretor, além de quatro tipos de instrumentos urbanísticos, como: Instrumentos para indução do desenvolvimento (parcelamento e imposto predial ou territorial progressivo no tempo), Instrumentos de financiamento da política urbana (operações urbanas consorciadas e outorga onerosa do direito de construir), Instrumentos de democratização da gestão urbana (órgãos colegiados de política urbana, audiências e debates), Instrumentos de regularização fundiária (Estudo de Impacto de Vizinhança e usucapião especial de imóvel urbano).

A ferramenta mais importante do Estatuto da Cidade é o Plano Diretor, o qual deve ser constituído por princípios da política urbana do município e contar com a participação da população para sua elaboração. Ele deve ser obrigatório para municípios: com a população maior de vinte mil habitantes; que participem de regiões metropolitanas; integrantes de área de interesse para o turismo e inseridos em área de influência de empreendimentos que causam impactos ambientais de dimensão regional ou nacional (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

Os instrumentos urbanísticos passaram a priorizar o planejamento participativo, isto é, a participação da população no planejamento das ações municipais. Além de atribuir importância aos interesses coletivos e conter a especulação imobiliária. Esses instrumentos desempenham um papel fundamental na correção dos problemas das cidades e na sua administração pública. Todavia, apresentam algumas falhas, que devem ser constantemente aprimoradas (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

Diante deste desafio, o planejamento urbano está buscando consertar o crescimento desorganizado das cidades no passado, transformando o modo de pensar, administrar e planejar os espaços urbanos e assim caminhando para um viés mais sustentável, no qual estão sendo mais estudadas as concepções de cidades inteligentes e cidades sustentáveis. Ressaltando que as primeiras publicações acerca do tema recebem atenção e interesse mundial a partir de 2008, portanto sendo um assunto bem recente (CATAPAN et al., 2016),

De acordo com Campos (2015), a complexidade de conceituar desenvolvimento sustentável, também se aplica a cidades sustentáveis e a cidades inteligentes, existindo uma grande variedade de definições. De acordo com a publicação da *United Nations Human*

*Settlement Program: Sustainable Cities Programme*, cidade sustentável pode ser conceituada como:

[...] uma cidade onde os progressos no desenvolvimento social, econômico e físico são feitos para durar. Tem uma fonte duradoura de recursos ambientais dos quais o seu desenvolvimento depende, utilizando-os apenas a um nível de rendimento sustentável. Uma cidade sustentável mantém uma segurança duradoura diante de riscos ambientais que têm o potencial para ameaçar as conquistas do desenvolvimento, permitindo apenas riscos aceitáveis. (UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENT PROGRAM, 2009 apud CAMPOS, 2015, p.11)

Enquanto que para Romero (2007) apud Catapan et al, cidade sustentável é definida como:

[...] um assentamento humano constituído por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial. (2016, p.10)

Já cidade inteligente pode ser determinada, de acordo com Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011) apud Catapan et al como:

Uma cidade inteligente se forma quando investimentos em capital humano e social e tradicional (transporte) e moderna (TIC) infraestruturas tecnologias de comunicação alimentam uma crescimento econômico sustentável e qualidade de vida, com uma gestão sábia dos recursos naturais por meio de uma governança participativa. (2016, p.10)

Na legislação brasileira, o direito a cidades sustentáveis foi expresso pela primeira vez no Estatuto da Cidade por meio da Lei ordinária nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Em seu parágrafo único, determina as normas que controlam o uso da propriedade urbana em benefício à coletividade, à segurança e ao bem estar das pessoas, além do equilíbrio do meio ambiente. Além disso, no primeiro parágrafo do segundo artigo afirma que o direito às cidades sustentáveis é definido como aquelas nas quais são garantidos: “o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”.

Segundo a Organização das Nações Unidas, esta preocupação com a saúde dos assentamentos urbanos mundiais começou a ser discutida a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos, conhecida como Habitat I, realizada em Vancouver no ano de 1976. A Habitat I focou a favor do desenvolvimento urbano social, econômico e ambientalmente sustentável, objetivando assegurar moradia segura a todos.

Isso se intensificou na Habitat II, realizada em Istambul, em 1996, na qual foi aprovada a chamada Agenda Habitat. Ela teve como resultado o reconhecimento do poder local como elemento estratégico no processo de globalização para a promoção de ações para enfrentar os problemas ambientais urbanos, como a degradação ambiental, a desigualdade social, e assim assegurar o desenvolvimento sustentável nas metrópoles (BUCCI et al., 2001).

As políticas públicas e ações urbanas de várias cidades em todo o mundo estão pautadas na Agenda Habitat (1996) e na Agenda 21 (1992), levando em consideração a ideia de desenvolvimento sustentável, a descentralização de tomada de decisão e o planejamento participativo da população na gestão urbana. Essas orientações irão direcionar o desenvolvimento urbano sustentável (GROSTEIN, 2001). E de acordo com Campos (2015), a Agenda Habitat reafirma a Agenda 21, frisando a relevância do processo de urbanização e dos direitos relacionados às cidades sustentáveis previstos na Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.

Segundo a Organização das Nações Unidas, atualmente, relacionada ao tema central da Agenda Habitat, em outubro de 2016 foi adotada pela ONU, a Nova Agenda Urbana na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável, intitulada como Habitat III. Essa nova agenda definiu novos padrões mundiais para atingir o desenvolvimento urbano sustentável através de mudanças no modo de pensar, construir, gerenciar e viver nas metrópoles.

Desse modo, pode-se concluir que as cidades, que são o palco dos principais problemas ambientais, devem seguir as diretrizes do desenvolvimento sustentável, o qual deve ser implementado pela política urbana. Sendo assim, o poder público através do planejamento ambiental e urbano deve garantir os direitos humanos essenciais para proporcionar uma boa qualidade de vida da população (CAMPOS, 2015).

E para que o planejamento urbano aconteça de forma adequada e caminhe para a abordagem de cidades sustentáveis, é necessário ter um bom banco de dados sobre o meio estudado. Dessa forma, o planejador deve escolher dados que sejam significativos, comparáveis e de fácil interpretação para a construção de uma base sólida para o processo de tomada de decisão. E no âmbito das técnicas e instrumentos de planejamento territorial, o tratamento de dados quantitativos é uma das práticas de maior destaque da sociedade contemporânea, ele é realizado a partir de vários procedimentos e um deles, é o levantamento de indicadores e índices (SANTOS, 2004).

### 3.2 Índices e Indicadores de Sustentabilidade

Impulsionadas pelo o que foi estabelecido na Agenda 21 global na Eco-92, a partir da década de 1990, muitas nações estabeleceram seus planos nacionais estratégicos de desenvolvimento sustentável. Elas se empenharam na construção de indicadores nacionais para a avaliação de progressos rumo à sustentabilidade, alguns deles agregados ao processo de construção de Agendas 21 locais. A Inglaterra foi uma das pioneiras em elaborar sua estratégia nacional de desenvolvimento sustentável. A partir de 1999, passou a focar na melhoria da qualidade de vida da população. E em 2005, determinou novas estratégias e metas que foram sendo melhoradas com o auxílio de indicadores de sustentabilidade (MALHEIROS; PHILIPPI; COUTINHO, 2007).

#### 3.2.1 Bases e conceitos sobre indicadores e índices

Para compreender melhor os indicadores de sustentabilidade especificamente, é interessante entender primeiro o conceito de indicadores, de modo geral. Em segundo, compreender outros conceitos, como: dados, informação, parâmetro, variável, índice, meta e objetivo. A palavra “indicador” é derivada de *indicare* que em latim significa apontar, anunciar, estimar. Os indicadores são utilizados para comunicar o avanço a uma determinada meta, pois aponta uma possível tendência ou fenômeno que não seja rapidamente perceptível (BELLEN, 2006).

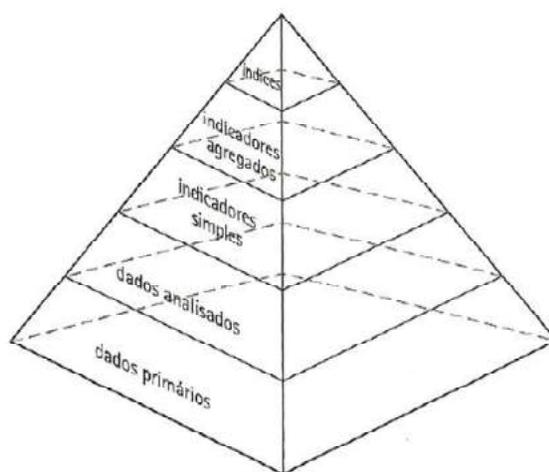
Enquanto que o dado é a quantidade que pode ser representada por números, caracteres ou símbolos. Quando o dado é interpretado, ele passa a ser denominado como informação. E quando a informação é avaliada, a interpretação do fenômeno deve ser mudada de acordo com a sua variação, não alterando a sua natureza, isso é chamado de parâmetro. Sendo que o parâmetro pode ser constante ou variável. O parâmetro variável consegue apresentar vários valores ou diferentes aspectos, de acordo com as condições do fenômeno observado (SANTOS, 2004).

De acordo com a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) (1993), os indicadores podem ser compreendidos como um parâmetro ou funções derivadas deles que informa sobre a situação de um fenômeno que ocorre em um meio. Os indicadores devem ser entendidos como variáveis que não podem ser diretamente estudadas, e são a representação de um atributo (BELLEN, 2006). Portanto, os dados dos indicadores devem vir juntamente com a informação do estado e as respostas do meio, apontando as características, as propriedades e as qualidades do meio a ser observado (SANTOS, 2004).

Com isso, um bom indicador deve ser capaz de produzir modelos que representem a realidade e isso é a sua característica mais importante, se comparado com outros tipos de informação. Como também, deve ser enriquecido de entendimento técnico, político, social, de conhecimento lógico, auxiliando o processo decisório (BELLEN, 2006). Por isso, há regras e métodos para selecioná-los. E segundo Santos (2004), os indicadores mensuram o progresso em direção a metas e objetivos. As metas podem ser entendidas como uma intenção ou um valor a ser atingido e os objetivos indicam uma direção do objeto a ser alcançado (BELLEN, 2006).

Já os índices podem ser entendidos como a união de um conjunto de parâmetros que tenham uma relação anterior que origina um novo e único valor. Nessa combinação, são dados valores relativos para cada parâmetro, sendo a relação definida através de métodos estatísticos ou formulação analítica. Na base da pirâmide como mostrado na figura 02, estão os dados primários e analisados. Quando esses dados são combinados, formam os indicadores simples e agregados. Se esses indicadores são bem agregados, os índices são gerados. Observa-se que à medida que vai alcançando os patamares mais altos da pirâmide, aumenta também o nível de detalhamento da informação, ou seja, os índices que estão no topo da pirâmide possuem o maior grau de informação que os que estão abaixo dos mesmos (SANTOS, 2004).

Figura 2: Pirâmide de informação.



Fonte: Santos (2004).

E para Mingoti (2005), a função dos índices pode ser definida como:

Muitas vezes, coletam-se diversas variáveis que descrevem um fenômeno, com o intuito de construir algum índice específico relativo à sua quantificação. Em nossa vida diária, ouve a palavra índice constantemente, como índice de inflação, risco Brasil, índice de qualidade de vida, índice de desemprego, de poluição do ar, etc. A função básica do índice é a de sintetizar em uma única variável a informação de todas as variáveis que forma medidas sobre o fenômeno, sendo que seus valores podem ser analisados por métodos de estatística univariada. Técnicas como análise de componentes principais, análise fatorial e a análise de correlações canônicas são úteis na construção desses índices. (2005, p.22)

A partir das definições de índice, observa-se que o índice é o maior grau de detalhamento da informação, sendo que os seus valores podem ser analisados por métodos estatísticos.

### 3.2.2 Benefícios e limitações de indicadores e índices

Para Bellen (2006), os indicadores podem ser divididos em quantitativos e qualitativos, sendo que os mais indicados para a avaliação do desenvolvimento sustentável seriam os qualitativos, pois, história e cultura, por exemplo, são difíceis de serem mensuradas numericamente. Além disso, em algumas situações os indicadores qualitativos são mais indicados, como quando não houver informações quantitativas e quando a propriedade não pode ser quantificável. Logo, as principais funções dos indicadores são:

- a) Avaliar o fenômeno e as tendências;
- b) Comparar lugares e circunstâncias;
- c) Avaliar as condições e avanço em relação às metas e aos objetivos,
- d) Gerar informações de advertências; e
- e) Antecipar futuras tendências.

Além disso, de acordo com Santos (2004), os indicadores são capazes de prognosticar futuros cenários e direcionar as ações preventivas.

Diante dessa gama de definições de indicadores, é necessário determinar uma definição para indicadores de sustentabilidade. Segundo Bellen (2006), os indicadores de sustentabilidade podem estabelecidos como os elementos da avaliação do alcance ao desenvolvimento sustentável.

E de acordo com Carvalho et al (2011), os indicadores de sustentabilidade são considerados uma ferramenta modelo, utilizada no mundo todo que facilita o entendimento

dos fenômenos mais complexos e servem de base para a avaliação de diversos âmbitos, econômico, social, cultural, institucional, geográfico e ambiental. Pelo fato de eles serem capazes de averiguar os impactos das atividades humanas no meio, e assim auxiliarem o processo de elaboração de estratégias para melhorar a qualidade de vida nos municípios.

Os indicadores de sustentabilidade apresentam diversas vantagens, contudo a sua aplicação apresenta algumas limitações. A primeira limitação segundo Bellen (2006), diz respeito à perda de informação quando se tenta resumir várias informações em apenas um índice. Para melhor entendimento disso, o autor dá o exemplo de determinar a riqueza através do Produto Interno Bruto (PIB), pois ao invés de enfatizar a riqueza *per capita*, se destaca o crescimento anual, que está relacionado à degradação dos recursos naturais. Desse modo, o PIB mede a velocidade da transformação de recursos em fluxos financeiros, sem levar em consideração os seus impactos na sociedade.

Além disso, segundo o mesmo autor, a maior parte dos indicadores de sustentabilidade não refletem a viabilidade e operação do sistema total. Geralmente mostram os interesses dos pesquisadores em sua seleção, logo podem ser parciais e subjetivos, e assim podem não expressar as articulações entre o meio ambiente e a sociedade. A questão da seleção de indicadores também é um problema levantado por Bellen (2006), a qual está relacionada à imensa combinação de dados em um índice apenas, o que pode gerar resultados que não podem ser interpretados. Portanto, observa-se que os indicadores e os índices são muito importantes, porém podem representar perigo se conduzidos de forma inadequada, e assim prejudicarem efetivamente o processo de decisão.

Outro ponto importante em relação aos indicadores de sustentabilidade é a necessidade de que os indicadores e índices sejam fundamentados a partir de situações reais, pois eles não podem apenas ser baseados em informações já pré-existentes, sem passar pela devida avaliação do que realmente se deseja mensurar. Isso representa um risco já que pode ocultar importantes aspectos, impedindo de utilizar o potencial dessa ferramenta.

Segundo Malheiros, Phillipi e Coutinho (2007), atualmente a sociedade brasileira tem enfrentado o grande desafio de criar bases sólidas e adequadas para a construção de indicadores de sustentabilidade, visando o desenvolvimento da saúde ambiental, da saúde da população e da economia, considerados como elementos essenciais para a criação de uma sociedade sustentável.

#### **4. METODOLOGIA**

Segundo Marconi e Lakatos (2010), o método pode ser conceituado como um conjunto de atividades sistemáticas que possibilitam alcançar os objetivos traçados, a partir da escolha da trajetória a ser seguida, da detecção de erros e do auxílio às decisões.

Para alcançar os objetivos propostos deste trabalho, a pesquisa se pautou primeiramente na revisão bibliográfica pertinente ao tema, com consulta a publicações, artigos técnicos, teses, relatórios, entre outros. Essa revisão abordou o desenvolvimento sustentável, as cidades sustentáveis, os indicadores e índices de sustentabilidade, os quais serviram de suporte, além de outros elementos para a discussão e a análise dos resultados.

A abordagem da presente pesquisa configura-se como quantitativa, tendo em vista que o seu objetivo é mensurar o grau de sustentabilidade dos municípios da RMBH, a partir da coleta de dados secundários e inventariados. Contudo, a abordagem quantitativa não é exclusiva. Uma vez que para a seleção dos indicadores e análise dos resultados, é necessário que haja uma avaliação subjetiva e qualitativa sobre a percepção do pesquisador, evidenciando os aspectos dinâmicos, holísticos da experiência humana aplicados em um determinado contexto (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

##### **4.1 Banco de dados**

O presente trabalho utilizou os bancos de dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada desde 1999, pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), do Atlas Brasil e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). A coleta do banco de dados foi realizada no primeiro semestre do ano de 2017, na qual foram selecionados 54 indicadores. Uma vez que são 23 indicadores sociais, 11 institucionais, 06 econômicos e 14 ambientais, como mostram os anexos A, B, C e D. Os indicadores ambientais utilizados são:

- a) Frota de Veículos – Automóveis;
- b) Porcentagem da população em domicílios com água encanada;
- c) Porcentagem da população em domicílios com coleta de lixo;
- d) Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados;
- e) Unidades de Conservação;
- f) Grau de urbanização;
- g) Anomalia média da temperatura máxima;