

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
MEIO AMBIENTE**

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE PEQUENOS  
MUNICÍPIOS**

**Carolina Herrmann Coelho-de-Souza**

Porto Alegre

Junho 2009

**CAROLINA HERRMANN COELHO-DE-SOUZA**

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE PEQUENOS  
MUNICÍPIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia na modalidade Acadêmico

Porto Alegre

Junho 2009

C672d Coelho-de-Souza, Carolina Herrmann  
Proposta de método para avaliação da sustentabilidade  
ambiental de pequenos municípios /  
Carolina Herrmann Coelho-de-Souza. – 2009.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia  
Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

Orientação: Prof. Dr. Miguel Aloysio Sattler  
Com a colaboração da Profa. Dra. Maria Conceição Barletta Scussel

1. Plano Diretor. 2. Municípios de pequeno porte. 3. Sustentabilidade  
ambiental. 4. Pegada Ecológica. I. Sattler, Miguel Aloysio, orient. II.  
Título.

CDU-711.16(043)

**CAROLINA HERRMANN COELHO-DE-SOUZA**

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE PEQUENOS  
MUNICÍPIOS**

Esta Dissertação de Mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, Área de Concentração MEIO AMBIENTE, e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de Junho de 2009

Prof. Miguel Aloysio Sattler  
Ph.D., University of Sheffield, Inglaterra  
Orientador

Maria Conceição Barletta Scussel  
Doutora, PPGEC/UFRGS  
Colaboradora

Prof. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho  
Coordenador do PPGEC/UFRGS

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Ioshiaqui Shimbo (DECiv - UFSCAR)**  
Doutor pela Universidade Estadual de Campinas

**Prof<sup>a</sup>. Rosa Maria Locatelli Kalil (FAU – UPF)**  
Doutora pela Universidade de São Paulo

**Prof. Rualdo Menegat (Instituto de Geociências - UFRGS)**  
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof<sup>a</sup>. Karla Salvagni Heineck (PPGEC - UFRGS)**  
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*À minha família, em especial a Pedro e Vera, e ao meu amado Rafael.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à CAPES e ao CNPq que se revezaram no fornecimento da bolsa de estudos que possibilitou a minha total dedicação à pesquisa para desenvolver esse trabalho.

Agradeço a todas as pessoas que colaboraram, de diversas formas, para a realização desse trabalho, dentre elas:

Ao meu orientador, Miguel Aloysio Sattler, pelo seu envolvimento na causa ambiental, e por tantos ensinamentos durante o Mestrado.

À minha colaboradora, Maria Conceição Barletta Scussel, pelo seu carinho comigo e especial atenção ao trabalho.

Ao membro da banca de qualificação, Rualdo Menegat, pelo incentivo e contribuições para a pesquisa.

Aos especialistas em planejamento urbano e regional, Décio Bevilacqua, Izabele Colusso e Patrícia de Freitas Nerbas, pelas colaborações que permitiram avançar no trabalho, em especial ao Nestor Ibrahim Nadruz, pela sua visão de cidade e atenção comigo.

Aos alunos de 2008 da disciplina de Engenharia Urbana Sustentável do PPGEC/UFRGS, que me auxiliaram na realização de entrevistas.

À comunidade de Feliz, aqui representados pela Professora Glorinha; Maria Jeny e Tiago Moch da Prefeitura Municipal de Feliz; Luciano Ilha da EMATER; Alcides Noll Filho da IVZ; Vera Lucia Barth Warken da CORSAN; pela colaboração nas entrevistas e pelo fornecimento de dados.

Às pessoas que fazem a entidade ambientalista Núcleo Amigos da Terra/Brasil, em especial à Lúcia Schild Ortiz, por me ensinarem a ver o mundo de outra forma.

Aos meus pais, irmão e familiares, pelo amor, presença, estímulo e apoio constantes.

À minha “cachorrinha” chamada Lua, pela alegria que me dá e companhia.

Ao meu amado marido Rafael Gradin, por compartilhar comigo a vida!

A criança que crescer numa cidade regenerativa do século 21 saberá muito bem da onde vem a água que ela bebe, e para onde ela vai. Ela conhecerá os fluxos da atmosfera que tornam os locais frios e quentes, e ela saberá como os alimentos crescem e em quais estações. Ela irá entender todas as atividades que acontecem na sua experiência diária.

*John Tillman Lyle*

## RESUMO

COELHO-DE-SOUZA, C. H. **Proposta de Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Pequenos Municípios**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

Esta pesquisa partiu da reflexão sobre a aplicabilidade dos conceitos de sustentabilidade, utilizando como foco a cidade. Pela primeira vez na história, em 2008 a população urbana ultrapassou a rural em níveis mundiais. No Brasil, cerca de 80% da população vive em áreas urbanas, sendo que 75% dos municípios brasileiros possuem até vinte mil habitantes. A Agenda 21 e a Agenda Habitat para Municípios abordam que os atuais padrões de desenvolvimento degradam os recursos naturais, afetando as condições de vida da população nas cidades. Esses documentos alertam para que haja respeito pela capacidade de absorção dos ecossistemas. A Pegada Ecológica, desenvolvida por Mathis Wackernagel e William Rees, é uma ferramenta de análise que permite estimar, em termos de área produtiva correspondente, o consumo de recursos e a capacidade de assimilação dos impactos ambientais gerados por uma determinada população ou economia. Para se utilizar essa ferramenta, de forma a ser implementada nas cidades brasileiras, é preciso adaptá-la, para que seja inserida em um instrumento de política urbana local, o Plano Diretor. O objetivo da presente pesquisa é desenvolver um método de avaliação da sustentabilidade ambiental para pequenos municípios, baseado na Pegada Ecológica, inserido no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano. O procedimento metodológico utilizado foi a pesquisa construtiva, dividida nas etapas de **inspeção**, a qual se refere à compreensão do processo, por meio da revisão da literatura; seguida da etapa de **imaginação**, onde é possível criar alternativas de transformação do processo atual, a qual contou com a experiência de especialistas; e finalmente, pela etapa de **aplicação**, em que se colocam em prática as alternativas desejadas. Nesta etapa houve a aplicação da ferramenta em município de pequeno porte (Feliz/RS). A contribuição da pesquisa se refere à apresentação detalhada da aplicação de uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, a qual discretiza as atividades mais sustentáveis, considerando-as como de reduzido impacto ambiental, e contribui na compreensão de que as decisões de planejamento afetam todo um sistema, que vai além das fronteiras políticas.

**Palavras-chave:** avaliação da sustentabilidade ambiental, Pegada Ecológica, Plano Diretor, municípios de pequeno porte.



## ABSTRACT

COELHO-DE-SOUZA, C. H. **Proposta de Método para Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Pequenos Municípios**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2009.

### **Proposal of a Method to Evaluate Environmental Sustainability of Small Municipalities**

This research resulted from the reflection on the applicability of sustainable concepts focused on the city. For the first time in history, in 2008 urban population surpassed rural population at the global level. Around 80 percent of the Brazilian population lives in urban areas, considering that 75 percent of the Brazilian municipalities have up to twenty thousand inhabitants. Agenda 21 and Agenda Habitat for Municipalities address that the current development standards damage natural resources, and thus affect life conditions of the urban population. These documents stress the need to respect ecosystems absorption capability. The Ecological Footprint is an analysis tool developed by Mathis Wackernagel and William Rees. It enables to estimate resource consumption and assimilation capability of environmental impacts generated by a specific population or economy, in terms of corresponding productive land. Its implementation in Brazilian cities requires it to be adapted in order to incorporate it in a local urban policy instrument, the Master Plan. The aim of this research is to develop an assessment method of environmental sustainability in small municipalities. It was based on the Ecological Footprint incorporated in the elaboration process of Urban Master Plans. The methodological procedure used was the constructive research, which was divided in inspection, imagination and intervention: the first phase refers to the process comprehension through the review of previous research and references. The second phase refers to the development of alternatives for changing the current process, which had the support of experts' experience. Finally, the third phase refers to the application of the planned alternatives. In the latter phase, the tool was applied in a small municipality (Feliz/RS). The contribution of this research refers to a detailed presentation of an assessment tool of environmental sustainability which points out more sustainable activities, reckoning them as having less impact on environment. The study also contributes in showing that planning decisions affect a whole system, which goes beyond political boundaries.

**Key-words:** evaluation of environmental sustainability, Ecological Footprint, Master Plan, small municipalities.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: organograma das etapas de desenvolvimento do Plano Diretor, destacando-se a inserção proposta nesse processo.....	22
Figura 2: organograma do delineamento da pesquisa.....	25
Figura 3: meio ambiente, sociedade e economia.....	33
Figura 4: metabolismo linear nas cidades.....	35
Figura 5: metabolismo circular nas cidades.....	36
Figura 6: ilustração de Wackernagel e Rees.....	39
Figura 7: Pegada Ecológica da Humanidade em relação à biocapacidade do planeta, 1961 – 2005.....	40
Figura 8: crescimento da população urbana no Brasil.....	55
Figura 9: municípios por faixas de população.....	56
Figura 10: ciclo de tomada de decisão.....	63
Figura 11: exemplo de distribuição da Pegada Ecológica, de acordo com as práticas do município referentes ao lixo seco.....	64
Figura 12: organograma do processo de elaboração do Plano Diretor, destacando-se a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental inserida.....	66
Figura 13: organograma do delineamento da formulação da ferramenta preliminar.....	67
Figura 14: organograma do delineamento da formulação da ferramenta aplicável.....	89
Figura 15: organograma do delineamento da formulação da ferramenta testada.....	101
Figura 16: mapa de localização do município de Feliz, no estado do Rio Grande do Sul.....	102
Figura 17: município de Feliz, zona urbana hachurada.....	103
Figura 18: vista aérea do município de Feliz.....	104
Figura 19: ponte de ferro.....	106
Figura 20: mapa integrante do Plano Diretor de 1964.....	109
Figura 21: definição das áreas urbanas.....	126
Figura 22: pavimentos das vias na zona rural.....	127
Figura 23: fotos das vias na zona urbana.....	127
Figura 24: pavimentos das vias na zona urbana densa.....	128
Figura 25: locais de coleta do lixo no município de Feliz.....	133
Figura 26: vistas aéreas do município de Feliz.....	136
Figura 27: fotos da praça e do parque do município de Feliz.....	138
Figura 28: foto aérea da zona urbana do município de Feliz.....	140
Figura 29: porcentagem de área mantida permeável na zona urbana densa do município de Feliz.....	141
Figura 30: passeios públicos adequados, com pavimento e arborização.....	142

Figura 31: identificação, na cor mais escura, dos passeios públicos adequados do município de Feliz.....	143
Figura 32: Rio Caí.....	147
Figura 33: impacto ambiental e impacto ambiental reduzido, conforme quadro 18.....	155

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: modo de apresentação da Pegada Ecológica – relação entre itens de uso (apropriação) e correspondente área de terra.....	48
Quadro 2: categorias da ferramenta preliminar.....	71
Quadro 3: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental – categoria alimentação.....	75
Quadro 4: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental – categoria transporte.....	78
Quadro 5: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental – categoria saneamento.....	81
Quadro 6: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental – categoria ambiente construído.....	84
Quadro 7: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental – área verde.....	87
Quadro 8: resultados da categoria de alimentação.....	121
Quadro 9: resultados da categoria de transporte.....	131
Quadro 10: resultados da categoria de saneamento.....	135
Quadro 11: resultados da categoria do ambiente construído.....	145
Quadro 12: resultados das áreas verdes.....	147
Quadro 13: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de alimentação.....	149
Quadro 14: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de transporte.....	150
Quadro 15: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de saneamento.....	151
Quadro 16: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria do ambiente construído.....	152
Quadro 17: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da área verde.....	153
Quadro 18: ferramenta testada, resultados do município de Feliz no ano de 2007....	154

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: involução da disponibilidade de terra ecologicamente produtiva ao longo do século XX, e previsão para o século XXI.....	42
Tabela 2: média da produção de energia correspondente à área de terra produtiva consumida em um ano.....	48
Tabela 3: média anual da produtividade de itens de consumo correspondente à área de terra ecologicamente produtiva.....	51
Tabela 4: síntese do cálculo do uso do transporte, correspondente a área de terra ecologicamente produtivas, para um deslocamento diário hipotético de 10 Km, entre a moradia e o local de trabalho de um cidadão canadense.....	53
Tabela 5: exemplo de priorização de estratégias para a redução da Pegada Ecológica.....	65
Tabela 6: atividade e tempo de experiência dos especialistas.....	90
Tabela 7: dados da produção de morango, amora-preta e figo do município de Feliz, por ano.....	110
Tabela 8: culturas do município de Feliz, no ano de 2007.....	111
Tabela 9: produtos da cesta básica relacionados aos habitantes de Feliz.....	113
Tabela 10: produtos vendidos na CEASA de Porto Alegre, registrados como proveniente de Feliz, no ano de 2007.....	114
Tabela 11: área ocupada pelos principais produtos orgânicos do município de Feliz....	117
Tabela 12: quantidade de litros de combustíveis vendida no município de Feliz, no ano de 2007.....	121
Tabela 13: frota e circulação por combustível no município de Feliz, referente ao ano de 2007.....	122
Tabela 14: frota em circulação por Tipo no município de Feliz, no ano de 2007.....	122
Tabela 15: quantidade total de combustíveis vendida por posto no município de Feliz, no ano de 2007.....	124
Tabela 16: quantidade de combustíveis vendida, por posto, para os habitantes do município de Feliz, no ano de 2007.....	124
Tabela 17: extensão do comprimento das vias no município de Feliz por tipo de pavimento.....	129
Tabela 18: área das vias do município de Feliz por tipo de pavimento.....	129
Tabela 19: consumo de energia elétrica, por setor, no município de Feliz em 2007.....	137
Tabela 20: quantidade produzida de produtos da silvicultura no município de Feliz em 2007.....	145

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	19
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1 Objetivo Geral.....	21
1.3.2 Objetivos Intermediários.....	21
1.4 DELIMITAÇÕES.....	22
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
2.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	24
2.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	25
2.2.1 Investigação.....	25
2.2.2 Imaginação.....	25
2.2.3 Aplicação .....	26
<b>3 COMPREENSÃO DO PROCESSO .....</b>	<b>28</b>
3.1 SUSTENTABILIDADE.....	28
3.1.1 Processo.....	28
3.1.2 Cidades sustentáveis.....	33
3.2 PEGADA ECOLÓGICA.....	38
3.2.1 Conceito.....	38
3.2.2 Método.....	45
3.2.2.1 Estrutura do cálculo.....	48
3.2.2.2 Formulação de dados.....	50
3.3 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO.....	54

3.4 DISCUSSÃO .....	60
<b>4 FERRAMENTA PRELIMINAR: COM BASE NA BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>67</b>
4.1 MODIFICAÇÕES NA PEGADA ECOLÓGICA ORIGINAL.....	68
4.1.1 Categorias .....	68
4.1.2 Identificação de diretrizes mais sustentáveis e formulação de dados .....	72
4.1.2.1 Alimentação.....	73
4.1.2.2 Transporte.....	75
4.1.2.3 Saneamento.....	79
4.1.2.4 Ambiente Construído.....	83
4.1.2.5 Áreas verdes .....	85
4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO.....	88
<b>5 FERRAMENTA APLICÁVEL: DISCUSSÃO COM ESPECIALISTAS.....</b>	<b>89</b>
5.1 CONSULTAS INDIVIDUAIS.....	90
5.1.1 Especialista A.....	90
5.1.2 Especialista B.....	91
5.1.3 Especialista C.....	92
5.1.4 Especialista D.....	93
5.2 CONSULTA COLETIVA.....	94
5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CONSULTAS.....	98
<b>6 FERRAMENTA TESTADA: APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE FELIZ.....</b>	<b>100</b>
6.1 O MUNICÍPIO DE FELIZ.....	102
6.1.1 Breve histórico.....	105
6.1.2 Plano Diretor de Feliz de 1964.....	107
6.2 COLETA E INSERÇÃO DE DADOS: RESULTADOS OBTIDOS.....	110
6.2.1 Alimentação.....	110
6.2.1.1 Cultivo.....	110
6.2.1.2 Energia.....	119

6.2.1.3 Pastoril.....	120
6.2.1.4 Resultados.....	120
6.2.2 Transporte.....	121
6.2.2.1 Energia e Cultivo.....	123
6.2.2.2 Urbanizada.....	125
6.2.2.3 Resultados.....	130
6.2.3 Saneamento.....	131
6.2.3.1 Energia.....	133
6.2.3.2 Urbanizada.....	135
6.2.3.3 Resultados.....	135
6.2.4 Ambiente construído.....	136
6.2.4.1 Energia.....	136
6.2.4.2 Urbanizada.....	138
6.2.4.3 Cultivo.....	144
6.2.4.4 Resultados.....	145
6.2.5 Área verde.....	146
6.2.5.1 Resultados.....	147
6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A COLETA DE DADOS .....	148
6.4 SÍNTESE DA COLETA DE DADOS.....	149
6.5 “DSA” DO MUNICÍPIO DE FELIZ.....	154
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>159</b>
7.1 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	162
REFERÊNCIAS.....	163
ANEXO - PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE FELIZ (LEI nº 86/1964).....	169



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Este tema partiu da reflexão da pesquisadora sobre a aplicabilidade dos conceitos de sustentabilidade na cidade. Nessa introdução, serão apresentados os autores e documentos-chave que influenciaram essa escolha.

Cabe ressaltar dois importantes documentos internacionais, que trazem a questão da sustentabilidade para a escala local: a Agenda 21 e a Agenda Habitat têm como princípio o desenvolvimento sustentável das cidades, abordando o consumo de recursos naturais e capacidade de absorção dos ecossistemas; questões estas que podem ser analisadas através do conceito de Pegada Ecológica, apresentado a seguir.

Como o objetivo maior do trabalho é contribuir para a compreensão do desenvolvimento sustentável, cita-se o capítulo 28 da Agenda 21, o qual coloca a importância do nível local para alcançar-se este fim:

[...] as autoridades locais constroem, operam e mantêm a infra-estrutura econômica, social e ambiental, supervisionam os processos de planejamento, estabelecem as políticas e regulamentações ambientais locais e contribuem para a implementação de políticas ambientais nacionais e subnacionais. Como nível de governo mais próximo do povo, desempenham um papel essencial na educação, mobilização e resposta ao público, em favor de um desenvolvimento sustentável (CNUMAD, 2008).

É necessário que as decisões sobre a cidade sejam tomadas em nível local - de forma coletiva com a participação da comunidade no processo (BUNYARD, 2004) e em sintonia com as necessidades da comunidade global (NEWMAN; KENWORTHY, 1999).

A Agenda Habitat para Municípios aponta que, embora a taxa de crescimento populacional esteja em declínio, a população mundial ainda cresce de maneira muito rápida e há um crescente número de pessoas vivendo em cidades. No Brasil, cerca de 80% da população vive em áreas urbanas, porém a qualidade ambiental urbana dos assentamentos humanos está seriamente comprometida (BRASIL, 2003).

De acordo com o Departamento de Questões Econômicas e Sociais das Nações Unidas (UNDESA, 2008) pela primeira vez na história, em 2008 a população urbana ultrapassou a rural em níveis mundiais. E, conforme o Programa das Nações Unidas para Assentamentos

Humanos - UN-Habitat, a previsão é que em 2030, dois terços da população mundial viverão em centros urbanos. Os problemas gerados são a falta de planejamento dessas cidades, que se refletem em uma demanda não satisfeita por serviços básicos: água, esgotos e lixo (ONU, 2008).

Muitas são as causas do desequilíbrio entre a demanda e a disponibilidade dos recursos naturais, incluindo o planejamento insustentável das cidades que influencia no modo de vida das pessoas, e na dimensão do impacto urbano no meio. Há a necessidade de se pensar a cidade como um todo, suas inter-relações e influências no meio social e ambiental em nível local e global. Para Palsule (2004) é preciso perceber a cidade como uma entidade holística para que se discuta a sustentabilidade.

A sustentabilidade do meio ambiente e da vida humana só será possível se, entre outros aspectos, os assentamentos humanos nas áreas rurais e urbanas forem economicamente estimulantes, socialmente dinâmicos e ecologicamente corretos. Assim, o desenvolvimento sustentável dependerá muito da capacidade das áreas urbanas e metropolitanas em gerenciar os padrões de produção e consumo necessários à preservação do ambiente e qualidade de vida. (BRASIL, 2003).

Existem diversas ferramentas que buscam mensurar a sustentabilidade. Bellen (2007) realizou uma análise comparativa entre 18 delas. De acordo com o autor (*op. cit.*), a Pegada Ecológica foi a ferramenta mais citada por especialistas como sendo a mais promissora quanto à avaliação do processo de desenvolvimento, sob a perspectiva da sustentabilidade. Além disso, a Pegada Ecológica é, entre os métodos analisados por Bellen (2007), aquele que mais enfatiza o escopo ecológico, o qual não é abordado, atualmente, no processo de elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, como será visto nos itens 1.2 e 3.3.

A Pegada Ecológica, desenvolvida por Mathis Wackernagel e William Rees, é uma ferramenta de análise que permite estimar o consumo de recursos e a capacidade de assimilação de resíduos gerados, de uma determinada população ou economia, em termos de área produtiva correspondente (WACKERNAGEL; REES, 1996).

É possível verificar que muitas cidades se sustentam à custa da apropriação de recursos de áreas muitas vezes superiores à sua área urbana (DIAS, 2002). Segundo Satterthwaite (2004), para se alcançar um desenvolvimento sustentável, as cidades devem melhorar a sua qualidade ambiental e reduzir a transferência dos custos ambientais para outras pessoas, outros ecossistemas ou para o futuro. Para o autor (*op. cit.*), a Pegada Ecológica quantifica

a escala e a natureza das transferências inter-regionais ou internacionais dos custos ambientais.

Para se utilizar desta ferramenta, de forma a ser implementada nos municípios brasileiros, deve-se adaptá-la para que seja inserida como instrumento de política urbana. A Constituição Federal do Brasil de 1988, nos artigos 182 e 183, compôs o capítulo da Política Urbana. Para sua regulamentação foi criado o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, o qual reúne importantes instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos, para garantir a efetividade do Plano Diretor. Este último deve ser aprovado por lei municipal e se constitui em instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana (BRASIL, 2001a). Ou seja, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano é a política urbana em nível local, o qual é mais facilmente passível de inserção de novas ferramentas para sua elaboração e implementação, sendo, portanto, objeto desta pesquisa.

A proposta constitui-se da inserção de mais um critério que contribua para uma visão ampla do município no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, através da avaliação do grau de sustentabilidade ambiental do município. Segundo o Ministério das Cidades, o Plano Diretor é dividido pelas etapas de diagnóstico, estratégias, implementação e gestão (BRASIL, 2004). A aplicação do método proposto se dará na etapa de diagnóstico, para avaliar a situação atual do município. Essa etapa fornece as informações que servem de base para as demais. Além disso, a ferramenta possibilita o monitoramento de como o desenvolvimento está se conduzindo, o que será avaliado na etapa de gestão (ver item 1.4).

Porém, é preciso deixar claro que a ferramenta, que será desenvolvida a partir do conceito de Pegada Ecológica, se insere no processo existente de planejamento municipal e, portanto, precisa ser analisada conjuntamente com os demais levantamentos sugeridos pelo Ministério das Cidades, abordados no item 3.3, além da participação popular no processo.

Apesar do Estatuto da Cidade não exigir a obrigatoriedade da elaboração de Planos Diretores para municípios com menos de vinte mil habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), o Brasil possui um total de 5.561 municípios, dos quais 4.172, ou 75%, possuem até vinte mil habitantes (BRASIL, 2001a). Além deste fato, a pesquisadora escolheu abordar municípios de pequeno porte devido a sua menor complexidade e maior facilidade de aquisição dos dados junto aos órgãos públicos.

Por fim, a preocupação com o aumento de pessoas concentradas em centros urbanos, e conseqüente impacto ambiental, que influencia na qualidade de vida das pessoas, aliada à motivação pessoal da pesquisadora, que participa do movimento ambientalista e do Conselho do Plano Diretor de sua cidade, resultaram na escolha deste tema.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Segundo o Ministério das Cidades a elaboração do Plano Diretor é composta por 4 etapas: (i) leituras técnicas e comunitárias (diagnóstico); (ii) formulação de propostas (estratégias); (iii) definição de instrumentos (implementação); (iv) sistematização da gestão e monitoramento (gestão). Na etapa de diagnóstico (ver item 3.3) são consideradas questões sobre território, população, uso do solo, infra-estrutura e economia (BRASIL, 2004). Mas não há análise que se refira à sustentabilidade do município.

O Estatuto da Cidade, nas suas diretrizes gerais do desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, ordena, no Art. 2º, inciso VIII, o seguinte:

VIII – adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência (BRASIL, 2001a)

Verifica-se que o Estatuto da Cidade apresenta, em termos conceituais, a sustentabilidade, mas ele não indica como avaliá-la.

O surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, que se tornou rapidamente uma unanimidade em todos os segmentos da sociedade, ocasionou o aprofundamento da discussão sobre o seu real significado teórico e prático. A questão que se estabelece a partir daí é: como o desenvolvimento sustentável pode ser definido e operacionalizado para que seja utilizado como ferramenta para ajustar os rumos que a sociedade vem tomando em relação à sua interação com o meio ambiente natural?

A resposta a esse questionamento tem sido o desenvolvimento e a aplicação de sistemas de indicadores ou ferramentas de avaliação que procuram mensurar a sustentabilidade (BELLEN, 2007, p. 13).

Pressupõe-se que os dados gerados por uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental servirão para ajudar a implementar estratégias de sustentabilidade no planejamento do município, através da: (i) verificação das causas de maior impacto ambiental, para identificação dos itens que necessitam de maior intervenção; e (ii) através do controle ao longo dos anos, para o monitoramento e análise do planejamento implementado.

Não foi encontrado na literatura, referência que aborde a análise da capacidade de suporte ambiental no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, nem o detalhamento de todo o método de aplicação da Pegada Ecológica para municípios. Esta

pesquisa procura preencher tais lacunas: melhorar a compreensão sobre a Pegada Ecológica, adaptá-la e inseri-la numa prática da gestão municipal, demonstrando os passos metodológicos utilizados.

Assim, é proposta a seguinte pergunta de pesquisa: Como desenvolver um método de avaliação da sustentabilidade ambiental, partindo do conceito de Pegada Ecológica, inserido no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano de municípios de pequeno porte?

Para responder a essa pergunta principal, há as seguintes perguntas intermediárias: (i) quais os dados de impacto ambiental utilizados pela Pegada Ecológica que contribuem para o planejamento municipal?; (ii) como analisar os dados de impacto ambiental?; (iii) como o planejamento municipal deve ser guiado em direção a uma maior sustentabilidade ambiental?; e (iv) quais os possíveis usos da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental?

## 1.3 OBJETIVOS

A partir da questão de pesquisa enunciada são apresentados os objetivos correspondentes, propostos para a presente pesquisa.

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um método de avaliação da sustentabilidade ambiental para pequenos municípios, partindo do conceito de Pegada Ecológica, inserido no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, e aplicá-lo, como estudo de caso, no município de Feliz/RS.

### 1.3.2 Objetivos Intermediários

- A) Identificar os dados de impacto ambiental da Pegada Ecológica que contribuem para a elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.
- B) Identificar formas de quantificação e análise dos dados de impacto ambiental para pequenos municípios.
- C) Identificar ações de planejamento que contribuam para o desenvolvimento sustentável.
- D) Identificar oportunidades geradas pela ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental.

## 1.4 DELIMITAÇÕES

Vários autores, em vários centros de pesquisa, tais como Haberl, Erb e Krausmann (2001); Lenzen e Murray (2001); Eaton, Hammond e Laurie (2007); Qin-Pu et al (2008); Bagliani *et al* (2008), adaptaram o método original da Pegada Ecológica para o seu país, região ou cidade. Dias (2002) é quem desenvolveu, de forma mais aprofundada, a modificação para a realidade brasileira. Nesta pesquisa, será utilizado prioritariamente o método original de Wackernagel e Rees (1996), mas alterações serão necessárias, tanto para adaptar o método para a escala de pequeno município, quanto para inserí-lo no processo de elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Portanto, a pesquisa será limitada a: (i) adaptação do método da Pegada Ecológica desenvolvido por Mathis Wackernagel e William Rees, e (ii) inserção de mais uma etapa no diagnóstico para elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano para municípios de pequeno porte, conforme figura 1. As demais etapas, já consolidadas, bem como o caráter participativo dos Planos Diretores, não são objeto de análise deste trabalho.

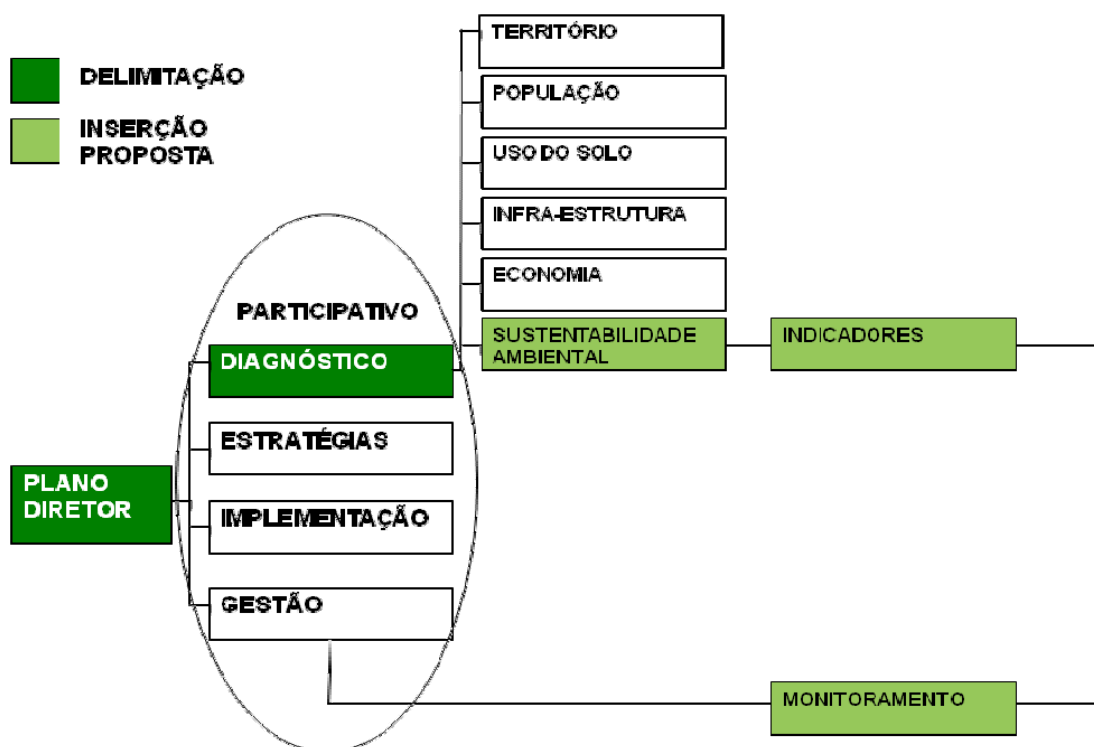


Figura 1: organograma das etapas de desenvolvimento do Plano Diretor, destacando-se a inserção proposta nesse processo

Além disso, da mesma forma que aborda Scussel (2007, p.92), é precisar ter presente “as limitações das fontes de informação e do próprio instrumento em capturar a dinâmica da realidade.”

É importante ressaltar que, de acordo com Bellen (2007), a Pegada Ecológica gera indicadores, os quais são instrumentos imperfeitos e não universalmente aplicáveis. Da mesma forma, a sustentabilidade não é um processo genérico, ela é, justamente, voltada à realidade local. Isto demonstra a limitação da pesquisa baseada em municípios de pequeno porte do estado do Rio Grande do Sul/Brasil. Ou seja, o raciocínio para elaboração da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental poderá ser aplicado em outras localidades, desde que respeite as particularidades de cada região.



## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Rasanen e Mantyla (2001) apresentam a pesquisa construtiva, ou *constructive research*, como uma maneira de pensar alternativas futuras para uma determinada comunidade. Para os autores, esta estratégia faz com que o pesquisador faça as seguintes perguntas: (i) Como isto poderia ser? (ii) Como isto deve ser? e (iii) Como isto poderia ser colocado em prática?. O desafio é desenvolver alternativas para a situação atual, descobrir quais são as alternativas possíveis e desejáveis para agir em prol de sua realização. Segundo Kalleberg<sup>1</sup> (1995, *apud* Rasanen; Mantyla, 2001, p.302) a pesquisa construtiva visa atingir uma transição ou uma transformação sobre as práticas existentes.

A primeira etapa dessa estratégia de pesquisa é a investigação, onde se analisam as práticas atuais, comparando-as com outras práticas existentes ou passadas. A questão é descobrir alternativas realizáveis e, nesta fase, os dados são reais e referenciados. Em seguida, através da imaginação, é possível criar alternativas que não existem, ou até utópicas: aqui os dados não existem, são criados. E, finalmente, a etapa de aplicação tem como objetivo colocar em prática as alternativas desejadas, para gerar dados “aqui e agora” (RASANEN; MANTYLA, 2001).

Assim, a estratégia de pesquisa utilizada para este trabalho será a pesquisa construtiva. Apesar de ser uma estratégia recente e ainda pouco utilizada, encaixa-se na proposta de realizar uma transformação de uma situação atual real para uma situação melhor futura, através de um instrumento prático aplicável. Este trabalho já inicia, portanto, com a proposta de uma nova alternativa desejada para a transformação do processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, e o desenvolvimento da pesquisa visa identificar uma forma para essa intervenção.

Segundo Yin (2005) as estratégias de pesquisa podem ter três propósitos: exploratório, descritivo ou explanatório. A presente pesquisa é qualitativa, de caráter exploratório–descritivo. Exploratório por identificar as múltiplas variáveis que interferem nesse tema, e descritivo porque pretende caracterizar um processo.

---

<sup>1</sup> KALLEBER, R. 'Action Research as Science and Profession in the Discipline of Sociology', publicado no Manuscrito S. Toulmin and B. Gustavsen (eds) *Beyond Theory: Changing Organizations through Participatory Action Research*. Amsterdam: John Benjamins, 1995.

## 2.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa é dividida nas três etapas da estratégia de pesquisa construtiva: investigação, imaginação e aplicação, conforme apresentado na figura 2 abaixo.

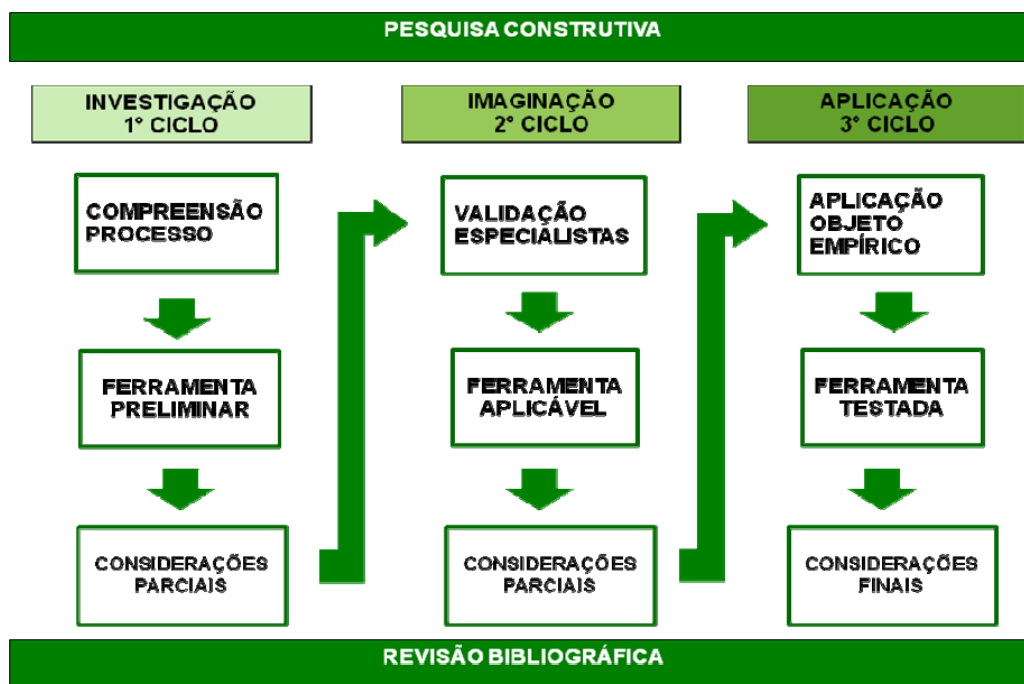


Figura 2: organograma do delineamento da pesquisa

### 2.2.1 Investigação

A primeira etapa desta estratégia de pesquisa é a inspeção inicial do problema. O objetivo desta etapa da pesquisa é o de introduzir a pesquisadora no tema, para obter o entendimento de conceitos e métodos de: (i) sustentabilidade, (ii) Pegada Ecológica e (iii) processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano para municípios de pequeno porte. Esta revisão bibliográfica dará suporte para a **'ferramenta preliminar'** de avaliação da sustentabilidade ambiental.

### 2.2.2 Imaginação

A etapa seguinte, de imaginação, ou seja, de formulação de modelos, é caracterizada como de observação e reflexão sobre os dados coletados inicialmente, a qual se dará em conjunto com especialistas. Haverá uma consulta individual com cada especialista, e posteriormente, uma consulta coletiva entre todos, para apresentar os resultados das observações feitas individualmente, propiciando a interação entre os mesmos. O resultado desta etapa será uma

nova ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, denominada '**ferramenta aplicável**', elaborada através da reflexão dos especialistas sobre as referências apresentadas na etapa anterior, para sua aplicação no objeto empírico.

O grupo de especialistas será formado por acadêmicos e profissionais reconhecidos no tema de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano e de sustentabilidade, escolhidos com base em critérios apresentados no capítulo 5.

### **2.2.3 Aplicação**

A última etapa de aplicação - teste do modelo - é caracterizada como a aplicação da ferramenta no objeto empírico, um município de pequeno porte, Feliz, RS, escolhido com base em critérios explicitados no capítulo 6. As etapas de investigação e imaginação permitirão o desenvolvimento da ferramenta através de referências e reflexões teóricas com especialistas. Na etapa de aplicação, a partir da verificação numa situação real, as deficiências da ferramenta se farão presentes, para que seja modificada, e se encaminhe para as considerações finais do desenvolvimento deste método, objetivo da pesquisa.

No momento de coleta de dados no município de pequeno porte, a estratégia de pesquisa assemelha-se a um estudo de caso. Para Yin (2005, p.109) as evidências podem vir de "seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos". O autor sugere três princípios: (i) o uso de várias fontes de evidência, de forma a garantir a confiabilidade dos dados; (ii) a criação de um banco de dados, para melhor documentar as informações coletadas; e (iii) uma cadeia de evidências, de modo a se demonstrar claramente as ligações entre as questões, dados e conclusões do trabalho. Para o presente trabalho serão utilizadas como fontes de evidência: documentos, registros em arquivos, entrevistas e observação direta.

Os documentos coletados podem ser cartas, relatórios, documentos administrativos, estudos, avaliações, recortes de jornais e artigos, porém eles não devem ser tomados como registros literais, pois podem ter sido manipulados, é necessário analisá-los de forma crítica como complemento as demais fontes de evidência. Da mesma forma, é necessário averiguar sob quais condições foram produzidos e o grau de precisão dos registros em arquivos, tais como mapas, registros, listas, censos e anotações (YIN, 2005).

As entrevistas podem ser conduzidas de três formas: espontânea, focada e através de um levantamento formal. No primeiro caso o respondente pode não apenas fornecer as suas percepções e interpretações sobre o assunto, como também podem sugerir fontes de evidência corroborativas. Nas entrevistas focadas o respondente é entrevistado por um curto

período de tempo seguindo um certo conjunto de perguntas, neste caso o pesquisador pode simplesmente corroborar fatos que já foram estabelecidos. E no levantamento formal, a entrevista exige questões mais estruturadas, podendo produzir dados quantitativos como parte das evidências (YIN, 2005).

Segundo Yin (2005), na observação direta admite-se que alguns dados encontram-se disponíveis para observação através de visitas de campo, inclui-se a observação de reuniões, atividades, condições físicas do local entre outros, fotografias ajudam a transmitir as observações.

Nesta pesquisa serão examinados registros de arquivos oriundos de levantamentos, como o censo demográfico, documentos de órgãos públicos e empresas privadas; além de entrevistas espontâneas com representantes da comunidade, órgãos públicos e empresas; e a observação direta para a melhor compreensão da realidade pela pesquisadora.

O resultado desta etapa será um **'ferramenta testada'**, através das considerações sobre a coleta e inserção dos dados do objeto empírico. Finalmente, haverá uma avaliação desta última etapa, bem como de todos os ciclos de aprendizagem, os quais são: (i) o primeiro ciclo, realizado somente através da revisão bibliográfica, (ii) o segundo, realizado através de consultas a especialistas, e (iii) o terceiro ciclo, realizado a partir da aplicação da ferramenta no objeto empírico. Neste momento, se encerra o trabalho com as recomendações de continuidade para futuras pesquisas.

## 3 COMPREENSÃO DO PROCESSO

A compreensão do processo, etapa inicial da pesquisa, visa propiciar a conceituação básica dos principais temas que fazem parte desta pesquisa, analisar a relevância científica e verificar as possíveis relações entre sustentabilidade, Pegada Ecológica e Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

### 3.1 SUSTENTABILIDADE

Inicia-se o referencial teórico com conceitos de sustentabilidade, e buscando autores que abordam cidades sustentáveis; visto que estes são temas ainda não totalmente estabelecidos, e muitas vezes compreendidos de diferentes formas.

#### 3.1.1 Processo

Palsule (2004, p.39) explica que o fenômeno da sustentabilidade é tão antigo como a própria vida em sistemas naturais. A palavra “*Suster* vem do latim *sustinere*, segurar, por cima; suportar, por baixo; fortalecer o espírito, de confirmar.” O autor (*op. cit.*), ainda acrescenta que a sustentabilidade é um processo, não um conceito. Porém, para que a sustentabilidade faça parte de uma mesma linguagem internacional, os seus princípios e diretrizes foram (e ainda são) bastante discutidos. A seguir, é apresentado um breve histórico de importantes referências e reuniões em nível internacional, que contribuíram, de alguma forma, para este processo de busca pela sustentabilidade.

Há bastante tempo, em 1798, Thomas Malthus, iniciou a reflexão em seu “Ensaio sobre o Princípio da População”. Conforme Dias (2002), em 1862, Thomas Huxley já expressava a sua percepção sobre a interdependência entre os seres humanos e os demais seres vivos, em seu ensaio publicado “Evidências sobre o lugar do homem na natureza”. Ainda de acordo com o autor (*op. cit.*), no ano seguinte, George Perkin Marsh documentou como os recursos da natureza estavam sendo esgotados, em “O homem e a natureza: ou geografia física modificada pela ação do homem” (DIAS, 2002, p.21).

Lyle (1994) coloca que Patrick Geddes, no início do século XX, expressou a sua preocupação pelo desencadeamento do processo de urbanização e suas conseqüências para o meio ambiente, em função da Revolução Industrial. Conforme Lyle (1994), Patrick Geddes observou que as cidades estavam crescendo para fora de seus limites e tendiam a

espalhar-se mais. Ele compreendia que os processos naturais, assim como o ciclo hidrológico, e as comunidades de plantas e animais, deveriam ser entendidos numa escala regional (LYLE, 1994, p.283).

A partir da década de 60 do século XX, o mundo começou a exibir os impactos do modelo econômico adotado pelos países industrializados, agravados pelo consumismo e pelo crescimento populacional. Descrevendo esse panorama, Rachel Carson publicou, em 1962, o seu livro-crônica “Primavera Silenciosa”, que se tornou referência do movimento ambientalista mundial. O Clube de Roma, criado em 1968 por especialistas de diversas áreas, publicou em 1972, por Meadows *et al*, “Os limites do crescimento”, com o objetivo de promover a discussão da crise atual e futura da humanidade. A partir dessas discussões, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu, em Estocolmo na Suécia, em 1972, a Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano, com representantes de 113 países, a qual gerou a “Declaração sobre o Ambiente Humano” e estabeleceu um “Plano de Ação” com princípios para a preservação e melhoria do ambiente humano (DIAS, 2002).

O cientista inglês James Lovelock, no início da década de 1970, desenvolveu a Teoria de Gaia, sugerindo que a Terra é como um super-organismo com muitas atribuições de um ser vivo, onde “Gaia é parte de um grande ciclo que envolve atmosfera, oceanos, rochas, solos e seres vivos. A Teoria de Gaia, quando analisada em profundidade, sugere que a vida no nosso planeta tornou-se possível devido à sua própria atuação, enquanto totalidade, ao longo da história.” James Lovelock chegou a esta conclusão depois de trabalhar na Missão Viking da NASA, destinada a ir a Marte, nos anos 1960, estudando a composição química de gases na atmosfera. Em outras palavras, a teoria postula que “a vida num planeta seria indicada por um conjunto de elementos ao invés de constituir-se num fenômeno isolado e, por isso mesmo, esse conjunto afetaria todos os recantos e fendas da superfície da Terra.” (BUNYARD, 2004, p.383-384).

Junto com Andrew Watson, Lovelock chegou a um simples, mas altamente ilustrativo modelo, no qual a temperatura da superfície de um planeta repleto de margaridas pretas e brancas seria regulada por força de diferenças na absorção e reflexão da luz devido à cor das pétalas dos vegetais, de modo que atendessem as necessidades metabólicas e provesse ótimas condições para o equilíbrio e crescimento de ambas populações. Assim, quando a população de margaridas brancas estivesse em ligeira vantagem, aumentaria o efeito albedo e, por conseguinte, a temperatura externa superficial, o que viria a favorecer o aumento da população de margaridas pretas. Por sua vez, o incremento dessa população, levaria a uma maior absorção da luz e, portanto, diminuição do efeito albedo e da temperatura, o que favoreceria a proliferação das margaridas brancas (BUNYARD, 2004, p.381).

A importância da Teoria de Gaia para a compreensão da sustentabilidade se dá na medida em que se percebe a Terra como um todo, como um ser vivo que está em constante interação, que se auto-regula e mantém as condições adequadas para todas as formas de vida que nele habitam. Portanto, as nossas ações, quando impactam alguma parte deste grande ser vivo, promovem uma cadeia de reações que afetam os seus ciclos. Isto significa que, para nos sustentarmos neste planeta, devemos respeitar o seu ritmo, a sua capacidade de suporte e de regeneração.

Gaia é uma teoria de interligação e nos mostra que na medida em que nos desconectamos da natureza, estamos também nos separando dos processos que mantêm a vida no planeta e o torna um lugar tolerantemente habitável. [...] Os gregos antigos e os sábios, como Platão, sabiam que abusar da Terra era abusar de si mesmo (BUNYARD, 2004, p.384).

Em 1987, a publicação denominada “Nosso Futuro Comum” foi formulada pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento<sup>2</sup> (ou Comissão Brundtland), como uma “Agenda Global para a Mudança”. A partir desta publicação, conhecida como o “Relatório de Brundtland”, o termo “desenvolvimento sustentável” é mais amplamente conhecido, definido como aquele que responde às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de prover suas próprias necessidades (PALSULE, 2004, p.39). Para Dias (2002, p.23) esta definição é questionável, pois ela sinaliza uma situação de “[...] estresse sistêmico, ou seja, desde que as ‘necessidades’ (ou ganância) da espécie humana sejam satisfeitas, não se devem levar em conta as necessidades dos inúmeros, complexos, intrincados e inter-relacionados subsistemas que asseguram a biodiversidade na Terra.”

Para Satterthwaite (2004, p.154), “satisfazer as necessidades do presente” significa: o acesso a uma renda adequada e equitativa entre países e dentro dos próprios países, trabalho, habitação saudável e acessível, água encanada, saneamento, drenagem, transporte, saúde, educação, ambiente para viver sem perigos ambientais, satisfação das questões sociais e culturais, além da liberdade de participar das decisões em nível local e nacional, assegurados os direitos civis e políticos e a implantação da legislação ambiental.

E “sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer as suas próprias necessidades” significa: minimizar o consumo de combustíveis fósseis, substituir por recursos renováveis; minimizar o desperdício dos recursos naturais (reduzir o uso, reutilizar, reciclar, recuperar), recuperar também os bens históricos, culturais e naturais; manter uma Pegada Ecológica sustentável em termos de área territorial para obter produtos agrícolas,

---

<sup>2</sup> *The World Commission on Environment and Development, Our Common Future*, Oxford, Oxford University Press, 1987, p.147, p.166

florestais e combustíveis de biomassa; respeitar a capacidade de carga de receptores locais e globais para absorver e diluir, emissões e resíduos, sem efeitos adversos – por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa e produtos químicos exaurem o ozônio estratosférico, os rios têm uma certa capacidade de decompor resíduos sem degradação ecológica, etc... (SATTERTHWAITE, 2004, p.154).

Passados vinte anos da Conferência em Estocolmo, a ONU promoveu, no Rio de Janeiro, no Brasil, a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), reunindo representantes de 170 países, com o objetivo de identificar as estratégias regionais e globais para as principais questões ambientais. A Rio 92 produziu a Agenda 21, um Plano de Ação para as Nações, com o objetivo de gerar uma mudança do padrão de desenvolvimento global, e estabeleceu a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável para monitorá-la. Em 1994, foi promovida pela ONU a Conferência Internacional sobre População e Desenvolvimento, no Cairo; e em 1996 a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – Habitat II, em Istambul, na Turquia, com o objetivo de tornar as cidades mais humanas com respeito ao meio ambiente (DIAS, 2002).

A Agenda 21 estabelece um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global. E aponta que todas as cidades da rede urbana brasileira, apesar de suas peculiaridades regionais e locais, apresentam, com maior ou menor intensidade, problemas intra-urbanos que afetam sua sustentabilidade. Portanto, as cidades brasileiras do século XXI devem transformar os seus padrões insustentáveis de produção e consumo, que resultam na degradação dos recursos naturais e econômicos do país, afetando as condições de vida da população nas cidades (BRASIL, 2000).

Os objetivos da Agenda Habitat para Municípios são: moradia adequada para todos e desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos. Para a sua consecução, a agenda estabelece princípios, dentre os quais destaca-se o parágrafo 29, que cita o desenvolvimento sustentável como essencial ao desenvolvimento dos assentamentos humanos, o qual engloba o respeito pela capacidade de absorção dos ecossistemas, e preservação de oportunidades para as futuras gerações (BRASIL, 2003).

Porém, os resultados obtidos até agora, pelos esforços de buscar alternativas que melhor se relacionem ao meio ambiente, são tímidos, devido ao fato de que “a falta de decisões políticas coerentes, o emaranhado de interesses econômicos, de valores culturais, religiosos e filosóficos dificultam diálogos locais, regionais, nacionais e transnacionais e constituem uma poderosa resistência às mudanças” (DIAS, 2002, p.25). De acordo com Satterthwaite (2004, p.166), apesar da Agenda Habitat mencionar freqüentemente o desenvolvimento



sustentável, o documento é fraco nos pontos que deveriam sugerir quais são os procedimentos para a sua operacionalização nas áreas urbanas, “[...] os documentos do Habitat II não incluem recomendações sobre muitos dos pontos-chave em relação ao que precisa ser feito para assegurar que sejam alcançadas as metas de desenvolvimento sustentável nas cidades.”

De qualquer forma, esses documentos iniciam a discussão em nível internacional e nos fornecem uma base teórica sobre o significado da sustentabilidade, a qual é subdividida em áreas de atuação. Gibberd (2003) apresenta três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica. Estas são consideradas as dimensões básicas da sustentabilidade, outros autores acrescentam dimensões, como por exemplo, a sustentabilidade espacial e cultural. (SACHS, 1997, *apud* SILVA, 2000, p.43)<sup>3</sup>.

A sustentabilidade ambiental refere-se ao modo de extração, processamento e uso dos recursos naturais, à correta administração dos resíduos e à garantia da diversidade biológica. A sustentabilidade social aborda o acesso à terra, serviços públicos, moradia adequada, melhoramento da educação e conscientização sobre desenvolvimento sustentável, saúde, segurança, interação social e consideração aos direitos humanos. A sustentabilidade econômica garante que o desenvolvimento deve aumentar o acesso a empregos, garantir a eficiência em todos os níveis de produção e uso de materiais, traçar políticas de forma transparente e equitativa, assegurar o desenvolvimento em pequena escala, local e diverso. Além disso, esta dimensão da sustentabilidade considera que o monitoramento ambiental, social e econômico deve guiar o desenvolvimento, e que o conhecimento local, como do indígena deve ser levado em conta (GIBBERD, 2003).

Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) afirmam que o desenvolvimento sustentável deve ser alcançado por meio da integração de fatores sociais, ambientais e econômicos, os chamados “três pilares”. Porém, conforme os autores, a economia é tratada, freqüentemente, como prioridade, na errada compreensão de que a sociedade e o meio ambiente existem para servir a economia, ao invés do contrário. Para exemplificar esta questão, os autores apresentam a proposta de Levett<sup>4</sup>, chamada de ‘*Russian Dolls*’ modelo de sustentabilidade. O modelo coloca a economia numa posição que dá suporte ao social, manifestando que a economia existe para servir a sociedade; enquanto que ambos somente

---

3 SACHS, I. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas – Os casos da Índia e Brasil. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Orgs). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 1997.

4 LEVETT, R, 1998, Journal of the Royal Statistical Society, A 161.

têm condições de existir, em longo prazo, num ambiente natural saudável, o qual é, portanto, o fator que conduz os demais, conforme demonstrado na figura 3 (b).

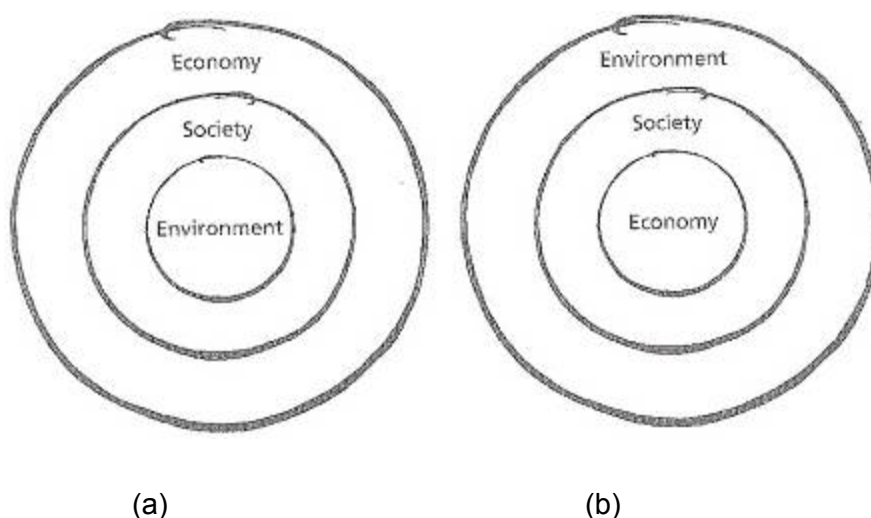


Figura 3: meio ambiente, sociedade e economia. (a) visão tradicional da inter-relação da economia, sociedade e meio ambiente; (b) modelo 'Russian Dolls' – onde queremos estar. Fonte: (Levett, 1998 *apud* Chambers, Simmons e Wackernagel, 2000, p.7)

Portanto, nesta pesquisa, a sustentabilidade, mais particularmente a sustentabilidade ambiental, é vista como um processo que compreende a percepção e o respeito a todas as espécies que compartilham a Terra com os seres humanos, no presente e no futuro. Todas as ações humanas devem avaliar o seu grau de interferência no meio, reduzir o seu impacto e manter o equilíbrio ecológico. Isto significa que mesmo que o impacto seja reduzido, há ações que não devem ser realizadas, pois alteram o sistema natural.

Para Chambers, Simmons e Wackernagel (2000, p.13) a definição de sustentabilidade pode ser resumida como "(...) proporcionar qualidade de vida para todos dentro dos meios da natureza." (tradução nossa).

### 3.1.2 Cidades sustentáveis

Para abordar este tópico, inicia-se com uma breve visão da trajetória do homem no planeta. Segundo Palsule (2004), a história da humanidade compreende três eras culturais fundamentais, separadas por intervalos de aprendizagem.

O primeiro período, há aproximadamente 10.000 anos, foi o da 'Era da Cultura Tribal', caracterizada pela caça e coleta de alimentos. Foi uma modalidade cultural sustentável e bem sucedida, que prosperou enquanto a população era pequena e os recursos naturais disponíveis em quantidade. [...] A era seguinte foi a 'Era da Cultura Agrária', durando, em sua forma homogênea, entre 5.000 e 3.000 anos atrás.

Plantar e cuidar a terra tornaram-se a base econômica dominante, quando os seres humanos descobriram o valor de fixar-se em um lugar. [...] Vulnerabilidade a pestes, doenças e ao clima tornou-se uma nova questão para ser resolvida, assim como as estratificações na sociedade geraram problemas sociais. [...] Uma vez mais, essa fase foi bem sucedida enquanto as populações não cresceram além do limite ótimo. Mas, por volta de 1750, havia cerca de 800 milhões de pessoas, e novos tipos de escassez de terra e energia surgiram, sendo necessário, então, um novo processo de aprendizagem cultural. Isso levou a Revolução Industrial (PALSULE, 2004, p.35-36).

De acordo com Palsule (2004), a Revolução Industrial desenvolveu novas tecnologias que resultaram na maior produção de bens, criando um novo mercado. Isto levou ao surgimento do consumidor e do grande centro urbano, substituindo o interior rural como base econômica da sociedade. Essa era pode ser denominada de 'Era Tecnológica', liderada por cientistas, engenheiros e economistas. O elevado crescimento das cidades levou a problemas de poluição ambiental e escassez de recursos e combustíveis. “[...] o que ficou ameaçado pela era tecnológica foi a capacidade do meio ambiente absorver os impactos resultantes desta nova modalidade da existência humana.” (PALSULE, 2004, p.36). Para o autor (*op. cit*) a próxima era deve ser a da “Revolução Sustentável”.

A mudança atual também está baseada na redescoberta de antigos valores. A origem das cidades, a “polis” dos Gregos, era um lugar para as pessoas se encontrarem, a qual propiciava uma comunidade diversa e incentivava a auto-suficiência das famílias, características que atualmente cabe resgatar. É preciso trazer o pensamento ambiental para o planejamento das cidades, através de reciclagem, permacultura, entre outras, enfatizando tecnologias e processos na escala da comunidade (NEWMAN; KENWORTHY, 1999) e com o pensamento de longo prazo (SASSI, 2006).

Para Lyle (1994), a relação do homem com a natureza passou de uma agricultura pastoril, no período pré-industrial, para uma agricultura mecanizada. Segundo o autor (*op. cit.*) o próximo passo será a visão da Terra como um único organismo, onde os processos naturais irão fazer muito do trabalho que é feito, atualmente, de forma insustentável pelo ferro, concreto e combustíveis fósseis.

Palsule (2004, p.41) afirma que “[...] se quisermos discutir o desenvolvimento sustentável das cidades, então precisaremos perceber a cidade como uma entidade holística, ao invés de uma estrutura fragmentada.” Em decorrência da Revolução Industrial, a dependência de energia de combustível fóssil, em curto período de tempo, criou um hábito cultural de que se pode utilizar hoje a energia de amanhã. Desta forma, o ser humano perdeu a percepção de renovação e esgotamento cíclico, vital para a sustentabilidade (PALSULE, 2004).

Com base nessas considerações, que traçam de forma breve, o caminho percorrido até a situação atual, Rogers (2001, p.30) cita o estudioso em ecologia urbana Herbert Girardet<sup>5</sup>, o qual sugere uma nova forma de compreensão das cidades, através do metabolismo circular, “onde o consumo é reduzido pela implementação de eficiências e onde a reutilização de recursos é maximizada”.

Os laços de realimentação dos ecossistemas são as vias ao longo das quais os nutrientes são continuamente reciclados. Sendo sistemas abertos, todos os organismos de um ecossistema produzem resíduos, mas o que é resíduo para uma espécie é alimento para outra, de modo que o ecossistema como um todo permanece livre de resíduos. (...) Aqui, a lição para as comunidades humanas é óbvia. Um dos principais desacordos entre a economia e a ecologia deriva do fato de que a natureza é cíclica, enquanto que nossos sistemas industriais são lineares. Nossas atividades comerciais extraem recursos, transformam-nos em produtos e em resíduos, e vendem os produtos a consumidores, que descartam ainda mais resíduos depois de ter consumido os produtos. Os padrões sustentáveis de produção e de consumo precisam ser cíclicos, imitando os processos cíclicos da natureza. Para conseguir esses padrões cíclicos, precisamos replanejar num nível fundamental nossas atividades comerciais e nossa economia (CAPRA, 2004, p.232).

Atualmente os processos são lineares, os alimentos, energia e mercadorias entram em grande quantidade na cidade, são consumidos e descartados, conforme figura 4. Ao contrário, o metabolismo circular - por utilizar os recursos de forma mais eficiente, reciclar e absorver os resíduos - demanda uma menor quantidade de entrada e saída de alimentos, energia e mercadorias (figura 5). Em outras palavras, o metabolismo circular reflete o princípio de promover os ciclos de consumo e descarte dos recursos naturais dentro da própria cidade. Palenzuela (1999) aborda o metabolismo circular urbano, com relação à energia, água, resíduos e emissões atmosféricas.

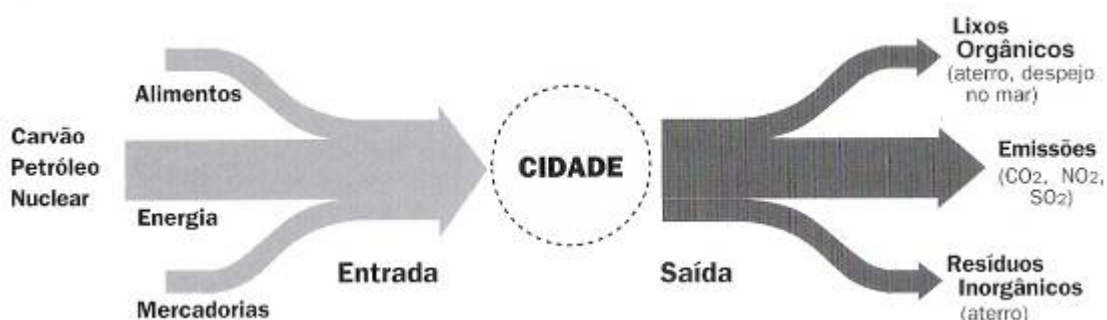


Figura 4: metabolismo linear nas cidades (Segundo GIRARDET *apud* ROGERS, 2001, p.31)

5 GIRARDET, H. *The Gaia Atlas of Cities*, Gaia Books, 1992.

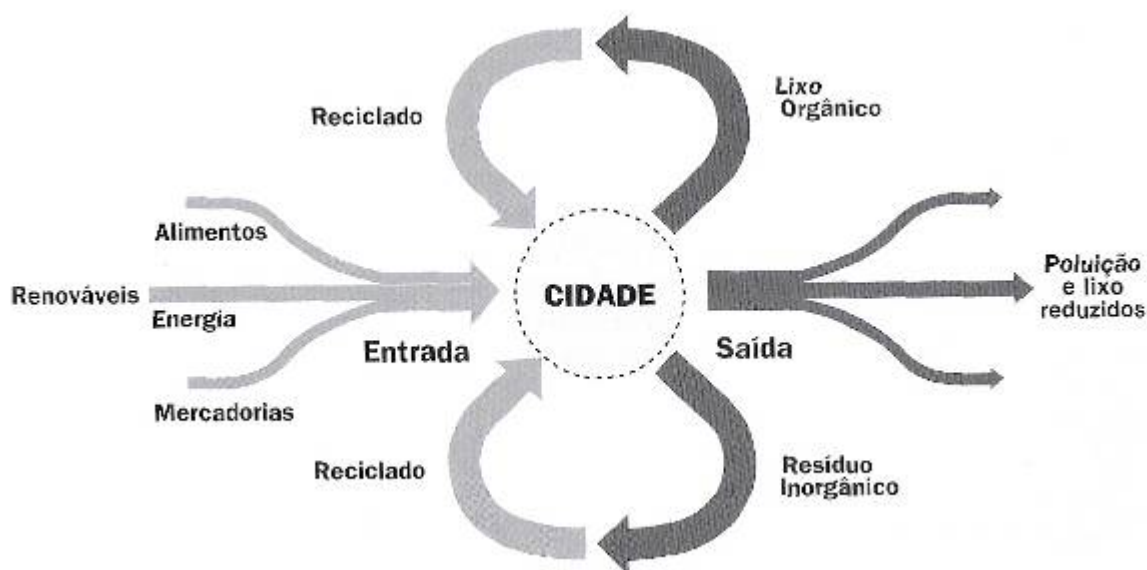


Figura 5: metabolismo circular nas cidades (Segundo GIRARDET *apud* ROGERS, 2001, p.31)

Os padrões de consumo das sociedades contemporâneas, principalmente daquelas parcelas que se encontram nas duas extremidades da pirâmide social, umas por excesso e outras por carência, têm sido alvo de inquietações exigindo posicionamentos e medidas que possam reverter comportamentos considerados insustentáveis. Uma das correntes que tem procurado equacionar proposições que ofereçam perspectivas menos conflituosas entre as atividades antrópicas e o meio ambiente é a “Permacultura”. Considerando-se que as cidades possam ser caracterizadas como ecossistemas abertos, ela tem desenvolvido alternativas de procedimentos que abandonem a linearidade dos processos abertos e busquem a eficiência dos ciclos fechados em que a apropriação de recursos se pautem pela qualificação ao longo de sua captação, processamento e disposição final (SILVA, 2000, p.244).

Newman e Kenworthy (1999) denominam de “cidades orgânicas”, aquelas em os prédios parecem que nascem da paisagem, há respeito com a história e cultura local, a natureza faz parte da cidade, a água é reciclada, a área rural produtiva é imediatamente adjacente à área urbana, integrada à cidade, as ruas são preenchidas por pessoas caminhando, e a maioria dos destinos é alcançada a pé.

A criança que crescer numa cidade regenerativa do século 21 saberá muito bem da onde vem a água que ela bebe, e para onde ela vai. Ela conhecerá os fluxos da atmosfera que tornam os locais frios e quentes, e ela saberá como os alimentos crescem e em quais estações. Ela irá entender todas as atividades que acontecem na sua experiência diária. Ela saberá que a mesma paisagem que realiza tudo isto, também promove um espaço para correr, para brincar de esconde-esconde ou baseball, e para andar de bicicleta até a confeitaria. Na mesma paisagem ela verá passarinhos e esquilos e cobras, vendo todos como habitantes do mesmo mundo em que ela vive (LYLE, 1994, p.288, tradução nossa).

“[...] construir uma cidade sustentável requer uma dimensão holística de planejamento que considere todos os fatores que constituem as necessidades econômicas, físicas e sociais de uma comunidade e as relacione ao meio ambiente maior.” (ROGERS, 2001, p.53).

Neste capítulo, abordou-se conceitualmente, e de forma geral, a sustentabilidade nas cidades. Mais adiante, no item 4.1.2, serão apresentadas alternativas mais sustentáveis para o planejamento urbano, dentro de cada tema específico.

## 3.2 PEGADA ECOLÓGICA

Para a compreensão da Pegada Ecológica, desenvolvida por Wackernagel e Rees, serão analisados o seu conceito e método, a seguir.

### 3.2.1 Conceito

O impacto que causamos no nosso meio ambiente é relacionado à 'quantidade' de natureza que nós usamos ou nos 'apropriamos' para sustentar os nossos padrões de consumo.

A questão chave é se essa carga excede o que a natureza pode sustentavelmente suportar. Existe somente uma quantidade finita de recursos naturais na conta bancária ecológica do planeta. Se nós continuamente reduzimos esse capital então – eventualmente – nós não teremos deixado nada para utilizar. Em vez disso, nós devemos aprender a viver dentro dos juros da natureza, dividindo o prêmio com a tumultuada diversidade de outras vidas nesse planeta (CHAMBERS; SIMMONS; WACKERNAGEL, 2000, introdução, tradução nossa).

No prefácio do livro '*Our Ecological Footprint*' de Wackernagel e Rees (1996), William Rees fala sobre a sua observação na natureza, sobre vespas que habitam cogumelos e seus ciclos de vida, comparando-os aos seres humanos, que colapsam quando se expandem além da capacidade de suporte de seu meio. Mas a humanidade vem sobrevivendo, pois sempre encontra um outro ambiente onde manter as pessoas. Porém, hoje, os seres humanos expandem-se de forma intensa e competitiva, e estão consumindo a Terra. Esta crise ambiental é mais um problema de comportamento da sociedade, do que ambiental ou tecnológico, e o objetivo dos autores (*op. cit.*) é mostrar aos homens que eles não têm outra chance, senão reduzir a sua Pegada Ecológica. Sudhanshu S. Palsule (2004) concorda com o fato de que, a transição de uma crise ambiental para um futuro mais sustentável lida não apenas com sistemas físicos, mas com a mudança de pensamentos pré-concebidos sobre as cidades e centros urbanos, que têm prevalecido por séculos.

Para Wackernagel e Rees (1996), a Pegada Ecológica é uma ferramenta que ajuda a traduzir os conceitos de sustentabilidade em ações públicas, e auxilia a planejar de forma sustentável. É uma técnica analítica e educacional, que permite estimar a quantidade de área necessária para suprir a produção dos recursos naturais consumidos, bem como a área para a assimilação dos resíduos de uma determinada população ou economia, em termos de correspondente área produtiva. Em outras palavras, a Pegada Ecológica promove a comparação entre o que o planeta Terra é capaz de produzir e se regenerar, em relação à demanda das pessoas.

Imagine o que aconteceria para qualquer cidade moderna ou região urbana [...] definida por suas fronteiras políticas, constituída pela área de terra, ou concentração de atividades socioeconômicas, se fosse enclausurada num hemisfério de vidro ou plástico que deixasse a luz, mas impediria de entrar ou sair qualquer tipo de material [...] A saúde e integridade de todo o sistema humano contido dependeria inteiramente no que foi inicialmente prendido no hemisfério. É óbvio que para a maioria das pessoas, uma cidade assim cessaria as suas funções e seus habitantes pereceriam em poucos dias. A população e economia contida na cápsula teria tido cortados todos os seus recursos vitais, e essenciais depósitos de resíduos, deixando-os famintos e sufocados ao mesmo tempo! (WACKERNAGEL; REES, 1996, p.9-10, tradução nossa).

Além da percepção ilustrada na figura 6, Wackernagel e Rees (1996) sugerem que se imagine qual tamanho teria este hemisfério, se a cápsula fosse expandida para conter tudo o que é consumido por esta população.

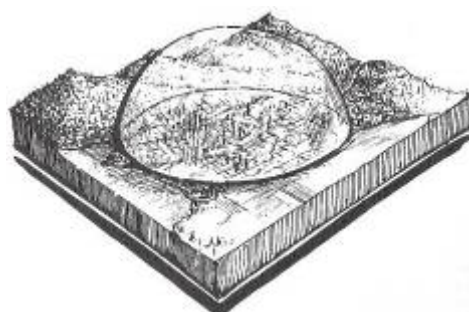


Figura 6: ilustração de Wackernagel e Rees, 1996, p.10

Para Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) a capacidade de suporte é a habilidade da Terra em sustentar a vida. Wackernagel e Rees (1996) definem a capacidade de suporte como a população máxima de uma dada espécie, que se mantêm, indefinidamente, de forma segura, em um específico habitat, sem danificar permanentemente a produtividade do mesmo. Porém, o ser humano tem a habilidade de aumentar a capacidade de suporte do seu meio, através da indústria, do comércio e da tecnologia. É devido a essas facilidades, que há o aumento do consumo pelas pessoas, ou seja, o aumento da demanda por recursos naturais e deposição dos resíduos, criando um ciclo autodestrutivo, onde a noção de limite é ignorada. “A sustentabilidade requer um padrão de vida dentro dos limites impostos pela natureza. (BELLEN, 2007, p.119).”

Diariamente a cidade consome grandes quantidades de matéria-prima, comida e energia e rejeita milhares de toneladas de dejetos sólidos, líquidos e gasosos. O impacto ambiental resultante extravasou em muito os limites urbanos para atingir vastas áreas circundantes ou não à cidade, sejam plantações de alimentos, sejam pedreiras e depósitos de areia dos rios e praias. Esse impacto pode ser entendido como a Pegada Ecológica de uma cidade. (MENEGAT; ALMEIDA, 2004, p.192)



A Pegada Ecológica é estática, ou seja, ela calcula a relação de consumo do homem na natureza naquele determinado tempo. Ela pode ser aplicada em várias escalas: individual, residencial, municipal, estadual, regional, nacional e internacional, e o seu resultado depende da renda, valores pessoais, comportamento, padrões de consumo e as tecnologias utilizadas para produzir os bens de consumo (WACKERNAGEL; REES, 1996). Além disso, segundo Satterthwaite (2004), ela quantifica a transferência de custos ambientais.

A ONG WWF divulga a Pegada Ecológica em nível internacional, através do “Relatório Planeta Vivo”, publicado periodicamente desde 1998. O objetivo é mostrar o estado do mundo natural e o impacto das atividades humanas. Esta avaliação é baseada em dois indicadores: (i) “Índice Planeta Vivo”, que reflete a saúde dos ecossistemas, e (ii) “Pegada Ecológica”, que mostra a extensão da exigência humana nos ecossistemas (WWF, 2008). Como resultado, a ONG WWF compara as avaliações entre diversos países, apresenta a evolução da Pegada Ecológica mundial ao longo dos anos (figura 7) e prevê diferentes cenários futuros.

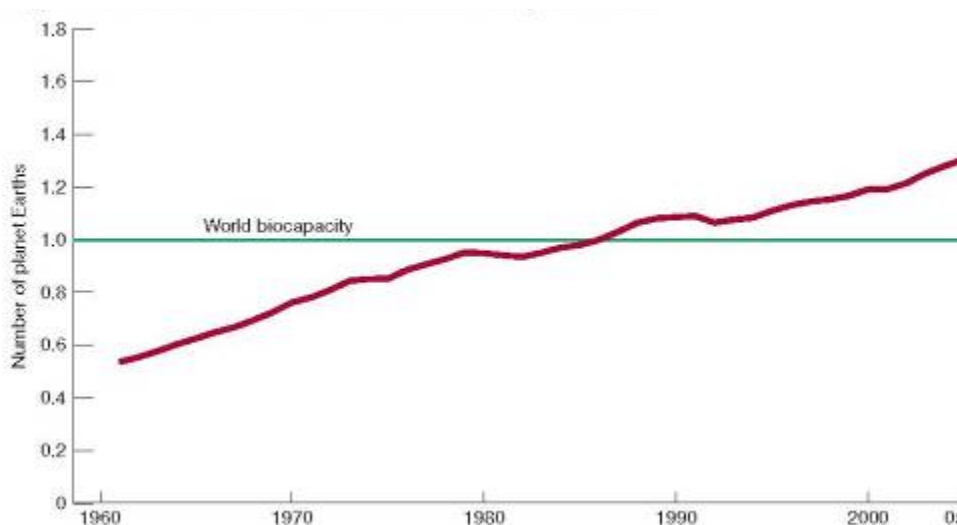


Figura 7: Pegada Ecológica da Humanidade em relação à biocapacidade do planeta, 1961 – 2005 (WWF, 2008, p.2)

Segundo o WWF (2008, p. 14), a pegada da humanidade excedeu, pela primeira vez, a biocapacidade da Terra na década de 80, sendo que, em 2005, a exigência global era superior à oferta em cerca de 30 por cento. A maior contribuição para o aumento da Pegada Ecológica é devido à emissão de CO<sub>2</sub> pela queima de combustíveis fósseis, o qual, de acordo o WWF (2008), aumentou mais de 10 vezes desde 1961. Ou seja, as exigências

humanas ultrapassam a capacidade regenerativa da Terra, causando a dívida ecológica, ou déficit ecológico.

A Pegada Ecológica global da humanidade quase que quadruplicou entre 1961 e 2003, aumentando assim mais rapidamente do que a população que quase duplicou durante o mesmo período. [...] O termo excedente significa que estamos a utilizar o capital da natureza mais rapidamente do que a sua regeneração. [...] Um cenário de referência moderado, baseado nas previsões das Nações Unidas relativamente ao crescimento lento e estável das economias e das populações, sugere que, a meio do século, a exigência humana sobre a natureza será duas vezes superior à capacidade de produção da biosfera. A este ritmo, torna-se cada vez mais provável a exaustão dos activos ecológicos e o colapso do ecossistema em grande escala. [...] A dívida ecológica é uma medida do risco dos recursos ecológicos e serviços não estarem disponível para satisfazer as exigências da humanidade (WWF, 2006b, p.15).

A Terra tem uma superfície de 51 bilhões de hectares, dos quais 13,1 formam as terras não cobertas por gelo ou água. Destes, 8,9 bilhões de hectares são terras ecologicamente produtivas; os 4,2 restantes são ocupados por desertos, semi-árido, área de pastagens não-utilizadas, e áreas construídas e estradas que já representam 0,2 bilhão de hectares. Da área de terra ecologicamente produtiva (8,9), subtrai-se 1,5 bilhões de hectares destinados à preservação. Isto significa que 7,4 bilhões de hectares de terra ecologicamente produtiva estão disponíveis para o uso humano. (WACKERNAGEL; REES, 1996, p.88; DIAS, 2002, p.183).

Segundo Wackernagel e Rees (1996, p.76), não se sabe, ao certo, quanto de área natural, intocada, é necessário para a preservação das espécies, de forma a garantir a segurança ecológica. Apontam que, conforme o Ecologista Eugene Odum, um terço de cada tipo de ecossistema deve ser preservado, e referem-se, assim como Chambers, Simmons e Wackernagel (2000), à Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Comissão de Brundtland), que propõe que ao menos 12% da área de terra do planeta devem ser preservadas. Em função disso, os autores da Pegada Ecológica e Dias (2002), consideram 1,5 bilhões de hectares, como a área mínima necessária de ecossistemas deixada em seu estado natural, servindo tanto para seqüestro de carbono, como para a promoção do habitat das demais espécies; porém, atualmente, somente um terço desta área está sob proteção.

Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) citam outros cientistas, que se pronunciaram ao longo do século XX, apontando para a necessidade de uma maior área de preservação natural, e colocam que talvez uma abordagem mais realista seja a apresentada por Noss e Cooperrider<sup>6</sup>, os quais consideram uma área mínima de 25%. De qualquer forma, mantêm-

---

6 NOSS, R. F.; COOPERRIDER, A. *Saving Nature's Legacy – Protecting and Restoring Biodiversity*, Washington DC: Island Press, 1994.

se aqui os 12% sugeridos pela Comissão Brundtland, com a ressalva de que não há certeza científica, e que pesquisas apontam para a necessidade de maior porcentagem destinada à preservação.

Segundo Dias (2002), no ano de 1950 a população mundial era de 2,5 bilhões; em 2000 atingiu os 6,2 bilhões de habitantes, o que representava, na virada do milênio, 1,2 hectares de terras ecologicamente produtivas por pessoa, já descontando a área necessária para preservação.

Levando-se em conta os dados apontados por Wackernagel e Rees (1996) e Dias (2002), os quais apresentam 7,4 bilhões de hectares de terra ecologicamente produtiva, já preservando a área natural mínima necessária para a segurança ecológica, e considerando a projeção da ONU, de que, em 2050, a população mundial será de 8,9 bilhões (ESTADO DO MUNDO, 2004), isto representaria 0,8 hectare disponíveis por pessoa no mundo na metade deste século, caso não sejam degradadas mais áreas. Para esse cálculo foram consideradas somente as áreas de terras do planeta, e não foi considerada área equivalente aos produtos do mar. A involução de disponibilidade de terras por habitante é apresentada na tabela 1.

Tabela 1: involução da disponibilidade de terra ecologicamente produtiva ao longo do século XX, e previsão para o século XXI

Ano	Século XX			Previsão
	1900	1950	2000	2050
Disponibilidade de terras ecologicamente produtivas <i>per capita</i> no mundo (ha)	5,6	3,0	1,2	0,8

(Fonte: Adaptado de Wackernagel, Rees, 1996; Dias, 2002; ESTADO DO MUNDO, 2004)

Se for considerada a área de preservação de 25%, os resultados serão ainda menores.

Recentemente, em 2008, a população mundial era de 6,7 bilhões de habitantes, conforme o *World Population Clock* (2008), o que resulta numa área de 1,1 hectares por pessoa disponíveis. De acordo com Sassi (2006), a disponibilidade de terra ecologicamente produtiva, em nível mundial, de 1,1 hectares *per capita*, significa que nos Estados Unidos haveria a necessidade de redução de 85-90% de sua Pegada Ecológica, e na Europa significaria uma redução de 60-85%.

Para Dias (2002) a principal causa desta crise ambiental encontra-se nas cidades, onde as pessoas esquecem os elos com a natureza. Essa pressão sobre os recursos naturais, em sua maioria, é gerada para sustentar os mega-metabolismos urbanos, principalmente das cidades dos países industrializados. “O modo de vida nas metrópoles, geralmente, dificulta a percepção da real dependência da sociedade em relação à natureza. Apesar dessa dificuldade, a sociedade não está apenas conectada à natureza, mas é parte dela. (BELLEN, 2007, p.116-117).”

Para Satterthwaite (2004), há transferência dos custos ambientais para outras pessoas, locais, ecossistemas, e para o futuro.

As mudanças causadas no ciclo hidrológico, pela construção da cidade e seu sistema de água, saneamento e drenagem, geralmente acarretam conseqüências prejudiciais à jusante. Além disso, à medida que os serviços de esgotos e drenagem melhoram a cidade, o impacto da água servida sobre a região, como um todo, pode aumentar quando a mesma for lançada, sem tratamento, em um rio, lago, estuário ou no mar, próximos à cidade (SATTERTHWAITE, 2004, P.144-145).

Além disso, segundo Satterthwaite (2004, p.152), é preciso evitar o uso de bens produzidos em países e/ou empresas que desrespeitam os direitos humanos e o meio-ambiente. A importação de produtos deve ser permitida somente se satisfizerem acordos monitorados de “boa prática ambiental no uso de recursos e geração e gerenciamento de resíduos, em todas as suas operações, em diferentes países, [...] é difícil encontrar um meio de impedir essa transferência de custos ambientais a outros povos ou ecossistemas sem tais medidas.” Porém, o autor (*op. cit.*) alerta que a maior parte desta transferência de custos ambientais não é culpa das cidades, mas é de responsabilidade de determinadas empresas e de grupos particulares da sociedade.

Wackernagel e Rees (1996) apresentam dados estatísticos da ONU: 20% da população mundial consome 80% dos recursos naturais do mundo. Os países ricos, sozinhos, já possuem uma Pegada Ecológica maior do que a capacidade de suporte da Terra. Porém, segundo Satterthwaite (2004), os países do Hemisfério Sul representam três quartos da população mundial e uma parcela crescente do uso de recursos globais, geração de resíduos e emissões de gases-estufa. Imagine-se o que pode acontecer, em termos de desequilíbrio e impacto ao meio ambiente, se os 80% “restantes” da humanidade consumirem desta forma insustentável! Na mesma proporção do consumo se dá a relação de riqueza econômico-financeira entre as populações. Guillén (2004) coloca que, segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento PNDU, em 1994, 20% da

população mundial controlava 84,7% do PIB e 84,2% do comércio, ao mesmo tempo em que os 20% mais deserdados controlavam apenas 1,4% do PIB e 0,4% do comércio.

“[...] Melhor do que perguntar ‘Quantas pessoas o planeta Terra tem capacidade de suportar?’, a Pegada Ecológica pergunta ‘Quanta terra as pessoas precisam para sustentar a si mesmas?’ (CHAMBERS; SIMMONS; WACKERNAGEL, 2000, p. 59, tradução nossa)”.

Esta constatação retrata o dilema da dimensão ética da sustentabilidade, pois isto indica que os 20% mais afortunados devem reduzir o seu consumo, para possibilitar o aumento de consumo pelos mais carentes, de forma a promover a equidade ecológica. Por um ponto de vista, isto é possível, pois os mais afortunados têm maiores opções de modos de vida, e o seu maior consumo se dá pela maior aquisição financeira e não propriamente para suprir necessidades; desta forma, estes podem optar por alternativas mais sustentáveis. “[...] diversos estudos atuais mostram o grau de degradação ambiental e o fato de que a economia humana ultrapassou os limites seguros, ao mesmo tempo em que boa parcela da população mundial não é capaz de suprir suas necessidades básicas (BELLEN, 2007, p.118)”.

[...] as necessidades humanas podem ser atendidas e a miséria diminuída, em grande parte, sem que haja uma expansão do uso de recursos e da geração de resíduos que ameace a sustentabilidade ecológica. Também é possível conceber uma redução considerável no uso de recursos e na geração de resíduos, por lares de renda média e alta, sem reduzir a sua qualidade de vida, podendo, em alguns aspectos, valorizá-la. (SATTERTHWAITE, 2004, p.160)

Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) apresentam os dados da *Human Development Report* de 1998, publicação do *United Nations Development Programme* (UNDP), onde mostram que 1957 foi o ano em que a maior porcentagem de Norte-Americanos considerou a si mesmo como ‘felizes’, mesmo que o consumo tenha mais que dobrado nesse meio tempo.

Os autores (*op. cit.*) consideram que o impacto ambiental é o resultado do tamanho da população e de seu consumo, onde o consumo é o produto da eficiência e do modo de vida. É dado o exemplo de duas cidades de mesmo tamanho: na cidade “*Blacktop*”, todos os residentes possuem carros eficientes no uso do combustível; na cidade “*Parktown*”, os carros não são eficientes, mas há um bom sistema de transporte público e a cidade é bem planejada, de maneira a minimizar a necessidade de utilização do automóvel. No cálculo da quantidade de CO<sub>2</sub> emitido pelo consumo de combustíveis, verificou-se que, mesmo tendo um veículo mais eficiente, os habitantes de *Blacktop*, apresentaram um maior impacto do que os habitantes de *Parktown*, devido tanto à quantidade de carros por habitante, como ao

seu modo de vida, que envolve um maior uso do automóvel particular (CHAMBERS; SIMMONS; WACKERNAGEL, 2000, p. 6).

Compreende-se, portanto, que, conforme os autores (*op. cit.*), o tamanho do impacto ambiental de uma cidade depende de, pelo menos, duas variáveis: eficiência e modo de vida (nível de consumo). Porém, ambos são condicionados a outras variáveis. Dentre elas é mencionado o sistema de transporte público oferecido e a forma como a cidade é planejada, e, nestas questões, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano é determinante.

A partir destas conceituações iniciais, percebe-se o potencial desta ferramenta para análise ambiental, a qual, adaptada, pode contribuir para a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. De acordo com Brito (2003, p.58), a aplicação da Pegada Ecológica reflete indicadores de sustentabilidade, os quais, comparados e monitorados ao longo do tempo, indicam “[...] se uma determinada população está se aproximando ou distanciando de premissas sustentáveis”.

### 3.2.2 Método

Como se viu, a Pegada Ecológica estima a quantidade de terra necessária para produzir o que consome determinada população e para absorver os seus resíduos. Porém, processar, na forma de cálculo, todos os itens de consumo e os resíduos, traria uma grande complexidade para a aplicação da ferramenta, além de nem todos os dados estarem disponíveis. Por isso, Wackernagel e Rees (1996), estabeleceram simplificações aproximadas da realidade, as quais são:

- a) Assumem que as práticas de plantações agro-industriais, como a agricultura e a silvicultura, são sustentáveis, as quais muitas vezes (na maioria) não o são;
- b) Incluem somente os serviços básicos da natureza apropriados pelas atividades humanas: extração de recursos renováveis e não-renováveis, absorção de resíduos e a pavimentação (ambiente construído);
- c) Quando uma porção de área proporciona dois ou mais serviços simultaneamente, não há a contagem dupla; é considerado o serviço que ocupa a maior parcela daquela área;
- d) Desconsideram as áreas marinhas, pois apesar do oceano ser explorado pelo ser humano, contribui com apenas uma pequena parcela do consumo;

- e) Consideram cinco categorias de uso da terra: (i) alimentação, (ii) edificações, (iii) transporte, (iv) bens de consumo e (v) serviços. Cada categoria pode ser dividida em subcategorias, conforme cada região.
- f) Consideram oito categorias de área de terra correspondente: (i) área para geração de energia (combustível fóssil), (ii) área do ambiente construído (área degradada) (iii) hortas e pomares (produção de vegetais e frutas), (iv) área de cultivos, (v) área pastoril (leite, carne e lã), (vi) florestas manejadas (madeira), (vii) florestas intocadas e (viii) áreas não produtivas, como desertos e geleiras.

Com relação ao item (d), a publicação de Chambers, Simmons e Wackernagel, de 2000, sugere o cálculo para o 'espaço de área produtiva do mar', ou seja, eles consideram a quantidade de terra equivalente para produzir a mesma quantidade de calorias dos alimentos consumidos provenientes do mar. Porém, para a presente pesquisa, será mantida a simplificação de Wackernagel e Rees (1996), visto que ainda é um tópico em discussão.

A área de uso de combustível fóssil, para geração de energia, pode ser convertida em correspondente área de terra, de três formas. Segundo Wackernagel e Rees (1996), todas se aproximam do seguinte resultado: o consumo de 100 gigajoules de combustível fóssil, por ano; ou a emissão de 1,8 toneladas de carbono, que corresponde ao uso de um hectare produtivo de terra. Os métodos são expostos a seguir:

- a) Calcula-se a área necessária para produzir um substituto biológico de combustível fóssil. Considera-se, por exemplo, a área necessária para a produção da quantidade equivalente de etanol.
- b) Estima-se a área de terra necessária para seqüestrar o CO<sub>2</sub> emitido pela queima de combustível fóssil. Em média, um hectare de floresta temperada, boreal e tropical, pode seqüestrar, anualmente, a emissão de CO<sub>2</sub> gerada pelo consumo de 100 gigajoules de combustível fóssil.
- c) Estima-se a área de terra necessária para a reconstrução do capital natural, na mesma proporção em que o combustível fóssil é consumido. A proporção considerada, da quantidade de terra consumida para geração de energia, é cerca de 80 gigajoules, por hectare, por ano, de energia de biomassa. Este método aproxima-se do primeiro.

Para Wackernagel e Rees (1996), a área de terra correspondente ao uso de outras fontes de energias, é a seguinte:

- a) Hidroeletricidade: soma-se a área alagada com a área ocupada pelas linhas de transmissão, e divide-se pela produção anual de eletricidade. Neste caso, estima-se ser necessário um hectare de área de terra produtiva para a produção de 1.000 gigajoules, por ano.
- b) Eletricidade fotovoltaica em larga escala: baseou-se em uma experiência nos Alpes Suíços, em que foram produzidos 1.000 gigajoules de eletricidade, por hectare, no primeiro ano de operação.
- c) Energia eólica: baseou-se nos lugares mais ventosos da América. Estima-se serem produzidos entre 250 e 500 gigajoules, por hectare, por ano (na média, 375 gigajoules/ha/ano). Se for considerado que são permitidas outras funções, na área abaixo das turbinas eólicas, a produtividade da energia eólica aumenta para um valor entre 12.500 e 25.000 gigajoules, por ano, por hectare (na média, 18.750 gigajoules/ha/ano).
- d) Coletores solares térmico, de aquecimento de água doméstica: estima-se que pode atingir de 10.000 a 40.000 gigajoules, por hectare, por ano (na média, 25.000 gigajoules/ha/ano).
- e) A energia nuclear não é incorporada pela Pegada Ecológica. Apesar desta fonte de energia ocupar uma pequena área na superfície, analisando todo o ciclo do urânio, o processamento, o lixo radioativo e os possíveis acidentes, verifica-se que, em termos de Pegada Ecológica e de uso desta energia, não é uma boa opção. Estima-se que em Chernobyl, logo após o acidente, a produtividade da energia nuclear foi cerca de 20 gigajoules por hectare por ano.

Tendo esse referencial como base, é possível sintetizar as informações, conforme a tabela 2, a seguir.



Tabela 2: média da produção de energia correspondente à área de terra produtiva consumida em um ano

Fonte de energia	Produção de energia por área de terra consumida em um ano
Combustível Fóssil	100 Gj/ha/ano
Hidroeletricidade	1.000 Gj/ha/ano
Fotovoltaica larga escala	1.000 Gj/ha/ano
Eólica	375 Gj/ha/ano
Eólica com produtividade	18.750 Gj/ha/ano
Coletor solar térmico	25.000 Gj/ha/ano

(Fonte: Adaptado de Wackernagel, Rees, 1996)

### 3.2.2.1 Estrutura do cálculo

Formula-se um quadro, que conecta todos os dados de uso (linhas) com os de correspondente área de terra (colunas); ou seja, cada item de uso (consumo) corresponde-se com uma determinada apropriação da terra, conforme quadro 1. As duas últimas colunas, de correspondente área de terra, apresentadas anteriormente, floresta intocada e áreas não produtivas, não entram neste quadro, pois não representam áreas de consumo (WACKERNAGEL; REES, 1996).

PEGADA ECOLÓGICA		Correspondente área de terra ecologicamente produtiva [ha/capita]					Total
		Energia	Degradada	Jardim	Cultivo	Pastoril	
Categorias de uso	Alimentação						
	Edificações						
	Transporte						
	Bens de consumo						
	Serviços						
<b>TOTAL</b>							

(Fonte: Wackernagel e Rees, 1996)

Quadro 1: modo de apresentação da Pegada Ecológica: relação entre itens de uso (apropriação) e correspondente área de terra

Para Wackernagel e Rees (1996), cada categoria de uso é subdividida nos seguintes itens:

- a) Alimentação: (i) frutas, vegetais e grãos, e (ii) produção animal.
- b) Edificações: (i) construção e manutenção, e (ii) operação.
- c) Transporte: (i) veículo motorizado privado, (ii) veículo motorizado público, e (iii) transporte de mercadorias.
- d) Bens de consumo: (i) pacotes, (ii) vestuário, (iii) móveis e aplicativos, (iv) livros e revistas, (v) tabaco e álcool, (vi) cuidado pessoal, (vii) equipamentos de recreação, e (viii) outras mercadorias.
- e) Serviços: (i) governo e militares, (ii) educação, (iii) serviços de saúde, (iv) serviços sociais, (v) turismo, (vi) entretenimento, (vii) serviços bancários e de seguros, e (viii) outros serviços.

De acordo com Wackernagel e Rees (1996), a estrutura básica para o cálculo da Pegada Ecológica relativa à alimentação é a seguinte:

1°- Estima-se a média pessoal do consumo anual de um determinado item, através dos dados locais ou nacionais, dividindo o consumo total da região pelo tamanho da população. O consumo é calculado através da soma da produção e importação, menos a exportação, podendo ser expresso da seguinte forma:

$$\frac{(\text{produção} + \text{importação} - \text{exportação})}{\text{população}} = \text{consumo anual item, per capita (Kg/pessoa)}$$

2°- Estima-se a área de terra apropriada, *per capita*, para a respectiva produção de cada item de consumo. Divide-se a média pessoal do consumo anual (kg/pessoa), como demonstrado acima, pela média anual de produtividade, ou rendimento, por hectare, a nível internacional (kg/ha). Alguns exemplos são apresentados a seguir, na tabela 3.

$$\frac{\text{consumo anual do item, per capita (Kg/pessoa)}}{\text{média global de produção do item, por hectare (Kg/ha)}} = \text{Pegada Ecológica anual do item, per capita (ha/pessoa)}$$

3°- Computa-se a Pegada Ecológica *per capita* pela soma das áreas dos ecossistemas apropriados por todos os itens de consumo. Ou seja, o somatório da Pegada Ecológica de cada item de consumo, conforme expressão:

$$\sum \text{Pegada Ecológica anual item, per capita} = \text{Pegada Ecológica, per capita}$$

4°- Obtêm-se a Pegada Ecológica da comunidade, através da multiplicação da Pegada Ecológica *per capita*, pelo tamanho da população. É representada pela seguinte expressão:

Pegada Ecológica, *per capita* X população = Pegada Ecológica comunidade/região

Porém, aconselha-se que, para comparação entre municípios, deva-se utilizar a Pegada Ecológica *per capita*, pois é proporcional à população. Outra relação interessante é comparar o tamanho das fronteiras políticas com a área necessária para suprir o consumo do município, e avaliar se há transferência de custos ambientais.

### 3.2.2.2 Formulação de dados

Segundo Wackernagel e Rees (1996), os dados de cada categoria de uso da terra (uso do solo) devem ser baseados em médias globais (conforme tabela 3), pois a maioria dos itens de consumo é produzida em regiões distantes. A seguir, alguns dados associados ao uso da terra:

- a) Geração de energia por combustível fóssil: conforme os autores (*op. cit.*, p. 80), considera-se o total de energia proveniente de combustível fóssil consumida por uma comunidade. A quantidade de energia consumida por outra fonte de energia não é contabilizada. Considera-se, que cada hectare de biomassa compense um consumo equivalente a 100 gigajoule por ano de energia fóssil gerada. A área correspondente expressa a área de terra necessária para seqüestrar o CO<sub>2</sub> emitido na geração de energia fóssil.
- b) Área degradada ou ambiente construído: inclui-se a área de vias, área residencial, comercial e industrial, e parques.
- c) Área de floresta: considera-se a quantidade de papel utilizada pela comunidade a cada ano. De acordo com a Pegada Ecológica de Wackernagel e Rees (1996, p.81) para o Canadá, em adição ao papel reciclado que faz parte do processo, uma tonelada de papel requer uma produção de 1,8 m<sup>3</sup> de madeira. Considera-se uma média de produção de madeira de 2,3 m<sup>3</sup> por hectare por ano. Assim, para a produção de uma tonelada de papel no Canadá, seria necessária a ocupação de 0,8 hectare de florestas cultivadas.
- d) Área de jardim e cultivo: considera-se, para o cálculo, uma média de produtividade de 2,5 toneladas de grãos, por hectare, por ano, associada ao cultivo de cereais. Para plantas oleaginosas, produtoras de óleo, considera-

se uma média de produção de 1,0 tonelada, por hectare, por ano, e, para legumes, 0,8 tonelada, por hectare, por ano.

Tabela 3: média anual da produtividade de itens de consumo correspondente à área de terra ecologicamente produtiva

Itens de Uso da Terra	Combustível Fossil	Madeira	Cereais	Óleo	Legumes
Produtividade por área de terra ecologicamente produtiva	100 GJ/ha/ano	2,3 m <sup>3</sup> /ha/ano	2,5t/ha/ano	1,0t/ha/ano	0,8t/ha/ano

(Fonte: Adaptado de Wackernagel, Rees, 1996)

Wackernagel e Rees (1996) caracterizam a área degradada ou ambiente construído como constituída pelas áreas pavimentadas, construídas, erodidas ou degradadas. Esta área ocupada significa que não podem ser aproveitadas para produção ecológica, reduzindo o espaço disponível para este fim. Como a demanda aumenta, pode tornar-se necessário a ocupação de terras menos apropriadas para a produção biológica, que apresentem menor produtividade. Adicionalmente, haverá que ser computado a energia, tempo e material requeridos para a regeneração desta terra degradada.

Para ilustrar o impacto de diferentes sistemas de transporte, os autores (*op. cit.*) apresentam o cálculo de suas Pegadas Ecológicas, considerando um deslocamento hipotético ao local de trabalho. Os autores assumem uma hipótese onde, no Canadá, uma pessoa percorresse 10 km por dia (5 km ida e 5 km volta), em 230 dias por ano, para realizar esta atividade. A seguir, o detalhamento do cálculo para bicicleta, carro e ônibus, cujos resultados estão sintetizados, na tabela 4:

- a) **Bicicleta:** considera-se que um ciclista necessite uma ingestão extra de 900 kJ, por dia, para compensar o exercício para efetuar 10km de viagem. Assume-se que esta energia possa ser suprida por cereais, os quais têm um conteúdo energético de 13.000 kJ/kg. Admitindo que a área de ciclovia possa ser desconsiderada no cálculo da pegada, por ser mínima, multiplica-se a quantidade de energia necessária (900 kJ/dia) pelo número de dias trabalhados (A); em seguida, multiplica-se o conteúdo energético dos cereais pela sua produtividade média, em hectares, por ano (B); finalmente, divide-se (A) por (B). Segundo os autores, considerando estes dados hipoteticamente

considerados, a Pegada Ecológica do ciclista, para realizar o seu deslocamento diário ao seu local de trabalho seria de 0,0122 hectare.

- b) **Carro:** neste caso os autores assumem que, em média, no Canadá, um carro consome 12 litros de gasolina a cada 100 km. Ademais, para considerar o consumo de energia equivalente à sua manufatura e aquele correspondente à manutenção das vias, eles propõem que isto equivalha a um consumo adicional de 45%. O conteúdo energético de cada litro de combustível é de cerca de 35 megajoules ou 0,0035 gigajoules. Multiplica-se a quantidade de litros de gasolina consumida (+ 45%) para realizar o trajeto diário de 10 km, pelo seu conteúdo energético, e pelos dias de trabalho por ano (230 dias/ano) (A). A média de produtividade de uma área ecologicamente produtiva, correspondente ao uso de combustível fóssil é de 100GJ/ha/ano (B), conforme tabela 3, acima. Dividindo-se (A) por (B); obtém-se 0,14 hectare como a Pegada Ecológica de um automóvel, com a eficiência acima definida, que realiza um percurso diário de 10 km, no Canadá (C). Neste caso, por ser mais significativa, é preciso calcular o espaço ocupado pelas vias no ambiente urbano canadense. Para tanto, divide-se a área total de vias pela população. Assume-se, ainda, que o carro utilize 97,4% do espaço das vias (média canadense de ocupação de vias por carros), e que o deslocamento diário para ir ao trabalho (10 km) represente 1/8 do uso do carro, como uma média anual. Então, para o cálculo da Pegada Ecológica do uso do carro, considerando apenas o deslocamento diário hipotético para o trabalho, considera-se a área de vias *per capita*, que é dividida pela média de pessoas normalmente compartilhando um carro, na comunidade canadense. Este resultado é multiplicado pela média de ocupação urbana das vias (0,974) e por 1/8 (a fração de uso do carro para deslocamento ao local de trabalho), e temos o valor "(D)". Finalmente, soma-se (C) e (D), para obter-se a área total da Pegada Ecológica equivalente ao uso do carro, para deslocamento ao trabalho.
- c) **Ônibus:** assume-se que a energia necessária para percorrer pequenas distâncias de ônibus é de 0,9 MJ/ *per cap./km*. Adiciona-se 45% da energia necessária para a etapa de sua manufatura e manutenção das vias (assim como feito para os carros). Multiplica-se a energia total necessária, pela quantidade de km diários rodados (10 km) e dias de trabalho por ano (230 dias/ano) (A). Divide-se "(A)" pela média de área ecologicamente produtiva

correspondente ao uso de combustível fóssil (100GJ/ha/ano), conforme tabela 3, acima. Segundo os autores Wackernagel e Rees (1996), este cálculo resulta em 0,03 hectare *per capita*. A este valor, é necessário adicionar 2,6%, que corresponde ao espaço de vias utilizado pelos ônibus, e que é complementar àquele ocupado pelos automóveis.

Tabela 4: síntese do cálculo do uso do transporte, correspondente a áreas de terra ecologicamente produtivas, para um deslocamento diário hipotético de 10 km, entre a moradia e o local de trabalho de um cidadão canadense

Bicicleta	Carro	Ônibus
0,0122 ha/ciclista	0,14 ha/ <i>per capita</i> + dado "D"	0,03 ha/ <i>per capita</i> + espaço vias

(Fonte: Adaptado de Wackernagel, Rees, 1996)

Os dados apresentados no item 3.2 são elaborados pelos autores que formularam a Pegada Ecológica, Wackernagel e Rees (1996). Ao longo do trabalho, quando esses dados apresentados não forem suficientes, ou não corresponderem aos objetivos do desenvolvimento da ferramenta proposta, buscar-se-ão outras formas de elaboração de dados, com base na literatura.

### 3.3 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO

Conforme Souza (2003, p.24) “a cidade é um objeto muito complexo e, por isso mesmo, muito difícil de se definir.” O autor (*op. cit*) mostra que há muita controvérsia e discussão sobre o conceito de cidade, mas apresenta, de forma “aproximada”, que as cidades são “assentamentos humanos extremamente diversificados, no que se refere às atividades econômicas ali desenvolvidas, diferentemente dos assentamentos rurais que são as aldeias e os povoados”.

Souza (2003, p.26) coloca que a cidade é a sede do município, e que sob o ângulo do uso do solo e atividades econômicas, a cidade é um espaço de comércio e serviços, um espaço de produção não-agrícola. Além disso, Souza (2003) afirma que a cultura tem um papel crucial, a cidade é também sede do poder religioso e político, é um local onde as pessoas se organizam e interagem com base em diversos interesses e valores. Já o termo “município” faz parte da organização político-administrativa da República Federativa do Brasil, conforme Título III, Capítulo I, da Constituição Federal de 1988.

A partir dessa compreensão inicial sobre os termos cidade e município, a seguir apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o planejamento urbano no Brasil e os instrumentos de política urbana.

A intervenção do Estado no espaço urbano do Brasil ocorre desde a época colonial, através da definição do local de construção das cidades, até a sua organização interna. No séc. XVII, a maior preocupação era, principalmente, com o planejamento e conservação das ruas, praças e prédios públicos, além da limpeza das fontes de abastecimento de água. No início do século XVIII, com o crescimento dos centros urbanos, o abastecimento de água assumiu maior destaque (NYGAARD, 2005).

Segundo Nygaard (2005), somente a partir da segunda metade do século XIX e início do século XX são iniciados estudos sobre saneamento, vias e a expansão da cidade. Porém, os Planos Diretores para cidades brasileiras configuram-se como simples planos viários, os quais eram, basicamente, planos de obras para execução. Nas décadas de 30 e 40, os planos passaram a abordar de forma mais específica o saneamento, especialmente o abastecimento de água.

A partir da década de 50, a concentração demográfica nas cidades passou a ser expressiva. [...] Os planos, então, foram ampliando seus objetivos e diversificando seu instrumental de intervenção no espaço. Além das preocupações com saneamento, vias e circulação, passaram a incluir o uso e ocupação do solo, a distribuição de equipamentos e as condições de trabalho, de moradia e de vida da

população. [...] em fins dos anos 70 e início dos anos 80, o plano diretor se constitui em um instrumento essencialmente técnico, utilizado pelas administrações públicas municipais para tentar prever e controlar a estruturação e transformação do espaço da vida urbana (NYGAARD, 2005, p.28).

No séc. XX um grande número de cidades nasceram no Brasil, foi neste século que o país mais se urbanizou (figura 8).

CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA NO BRASIL	
ANO	% POPULAÇÃO URBANA
1900	9,40
1920	10,70
1940	31,24
1950	36,16
1960	44,93
1970	55,92
1980	67,59
1990	75,59
2000	81,23

Figura 8: crescimento da população urbana no Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *apud* BRASIL, 2001a, p.2)

Este fenômeno de urbanização agravou a exclusão social, provocando reivindicações populares quanto ao direito de todos os cidadãos à cidade. Este movimento teve influência na elaboração da Constituição Federal de 1988, a qual abordou, pela primeira vez, a cidade, com a inclusão dos artigos 182 e 183, que compuseram o capítulo da Política Urbana. Com vistas a regulamentar esses artigos, foi construído o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, o qual garante a efetividade do Plano Diretor, através de instrumentos urbanísticos, tributários e jurídicos. O Plano Diretor dá à esfera municipal a responsabilidade pela formulação, implementação e avaliação permanente de sua política urbana (BRASIL, 2001a).

De acordo com Silva (2000), após a Constituição de 1988 os municípios passaram a ter maior autonomia para definições de suas políticas públicas municipais.

Essa condição remeteu diretamente à exigência de um maior domínio no conhecimento da sua realidade como meio de se redefinir prioridades em suas estratégias de desenvolvimento urbano. Nesse sentido, a apropriação de instrumentos capazes de traduzir as condições presentes e a sua evolução ao longo do tempo tornaram-se essenciais, principalmente para gestões mais comprometidas com sua responsabilidade mediante os problemas socioambientais (SILVA, 2000, p.219).



O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano deve ser discutido e aprovado pela Câmara de Vereadores e sancionado pelo prefeito de cada município, resultando em Lei Municipal. “Nos termos do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor está definido como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município” (BRASIL, 2004, p.12). O Plano Diretor dispõe sobre a política urbana do município, organizando o funcionamento e o crescimento da cidade. “O plano diretor estabelecerá as diretrizes, as normas, os programas e projetos para o desenvolvimento da cidade” (SILVA, 2008, p.7).

Porém, o Estatuto da Cidade não obriga a elaboração de Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano para municípios de menos de 20 mil habitantes. Mas, segundo dados do IBAM, 75% dos municípios brasileiros estão compreendidos nesta faixa (figura 9).

BRASIL: MUNICÍPIOS POR FAIXAS DE POPULAÇÃO				
habitantes (por mil)	até 20	20 a 50	50 a 100	100 a 500
BRASIL	4.172	908	279	175
Norte	302	103	30	12
Nordeste	1.255	395	96	37
Sudeste	1.185	267	106	99
Sul	1.055	84	30	18
Centro-oeste	375	59	17	9

Figura 9: municípios por faixas de população (Instituto Brasileiro de Administração Municipal *apud* BRASIL, 2001a, p.21)

Em Brasil (2004), é abordado que a experiência brasileira de planejamento urbano está voltada para os grandes e médios municípios. O próprio Estatuto das Cidades traz, nos seus instrumentos, processos característicos desses municípios. Portanto, é, ainda, necessária a formulação de uma política urbana voltada a municípios de pequeno porte. Para Colusso *et al* (2007), a legislação que rege o planejamento no Brasil ignora a realidade enfrentada por pequenos municípios, e o próprio Estatuto da Cidade não responde, de forma satisfatória, aos seus problemas.

[...] os pequenos municípios seguramente sofrem com a falta de definição de diretrizes e instrumentos para orientar seu desenvolvimento e, portanto, não devem abrir mão de construir seu referencial para cuidar do seu território e orientar o desenvolvimento urbano. Mais que isso, todos os municípios têm por atribuição constitucional a responsabilidade de exercer o controle sobre o uso e ocupação do

solo e criar condições para o desenvolvimento sustentável e mais justo do seu território (BRASIL, 2004, p.69).

A partir destas considerações, o Ministério das Cidades estabelece que os pequenos municípios sejam planejados de forma integrada à microrregião, e sugerem a seguinte classificação: (BRASIL, 2004):

- a) Grupo 1: Pequenos municípios predominantemente urbanos, localizados nas periferias das metrópoles e das grandes e médias cidades, em que a expansão de suas atividades se dá como transbordamento da cidade-pólo.
- b) Grupo 2: Municípios predominantemente rurais, em que o ecossistema é pouco alterado pelas atividades urbanas. A economia é baseada nas atividades ligadas ao meio natural. Há, portanto, uma profunda sinergia entre atividades urbanas e rurais.

Conforme abordado no item 1.2, sobre o problema de pesquisa, de acordo com o Ministério das Cidades a elaboração do Plano Diretor é composta por 4 etapas: diagnóstico, estratégias, implementação e gestão. A etapa de diagnóstico, segundo Brasil (2004), é realizada através da análise de mapas do município, da seguinte forma:

a) mapas temáticos sobre o território:

- mapas de risco para a ocupação humana: identifica as áreas de risco, de escorregamento, erosão, inundação, contaminação do subsolo e as áreas degradadas.
- mapas de áreas para preservação cultural: identifica as áreas de preservação de patrimônio histórico e cultural, tombadas ou protegidas e as áreas de valor cultural ou simbólico para a comunidade.
- mapas da estrutura fundiária: indica a situação da propriedade da terra (regular e irregular), a distribuição e forma de uso da propriedade.
- mapas da evolução histórica da cidade e do território: identifica o núcleo inicial da cidade, seus marcos de origem, referências históricas e culturais, principais períodos e fatores que determinaram a forma de ocupação.
- mapas da inserção regional do município: identifica os vínculos entre municípios, sejam vizinhos ou não, com relação à circulação de pessoas, de mercadorias, de bens e serviços.
- mapas de indicadores de mobilidade e circulação: identifica os deslocamentos da população, circulação viária, transportes na cidade e na região; localiza as áreas de maior incidência de acidentes de trânsito; quantificar frota de veículos, ônibus, automóveis, bicicletas, pólos geradores de tráfego, dentre outros.

b) mapas de caracterização e distribuição da população e seus movimentos:

- população por bairro e densidade;
- população por faixa etária e escolaridade;
- população por condições de emprego e de renda familiar;
- crescimento ou evasão de população.

c) mapas de uso do solo:

- mapa da ocupação atual do território – atividades e formas de uso e ocupação do solo já existentes, formais e informais, regulares ou não, vazios urbanos e zona rural, áreas habitacionais, indicando diferentes padrões existentes na cidade, áreas com edificações de maior altura, densidades habitacionais, morfologias.

d) mapas da infra-estrutura urbana, serviços e equipamentos e níveis de atendimento:

- redes de infra-estrutura (esgotamento sanitário, água, luz, telefone, drenagem, TV a cabo, infovias e outras);
- redes de equipamentos (educação, saúde, cultura, esporte e lazer, etc.);
- população atendida por rede de água, esgotos e drenagem.

e) mapas da atividade econômica do município:

- atividades econômicas predominantes, inclusive as informais e sua importância local e regional;
- atividades em expansão ou em retração, não só em termos de número de empregos e de empresas, mas de sua participação na composição da receita do município.

Verifica-se a ausência de temas do ambiente natural, sendo visto apenas como áreas de risco na letra (a).

Além dos mapas, o Ministério das Cidades indica a necessidade de se analisar: (i) as tendências do mercado imobiliário, (ii) a legislação urbanística (leis de uso do solo, parcelamento, códigos de obras, posturas ambiental e patrimonial), e (iii) estudos existentes sobre o município. É nesta etapa que afloram alguns dos temas e conflitos mais importantes para o município.

Em Brasil (2006a, p.10), a leitura da cidade tem como objetivo “conhecer bem a sua realidade, seus problemas e suas potencialidades. Traz informações como por exemplo: crescimento da população, expansão urbana, dados socioeconômicos, localização dos usos (moradia, comércio, indústria), os problemas a serem resolvidos e as potencialidades.”

A etapa seguinte ao diagnóstico, estratégias, é caracterizada pela análise das questões cruciais da cidade. Para cada tema prioritário definem-se os instrumentos mais adequados, para então estabelecerem-se as estratégias de aplicação. Nesta etapa, o Ministério das Cidades aponta para a necessidade de se abordarem aspectos ambientais, culturais, turísticos, econômicos e sociais. Na terceira etapa, de implementação, são definidos os instrumentos que viabilizam as intenções expressas, os quais devem estar articulados com a legislação urbanística, pois é nesta fase que são definidos a aplicação de tributos e investimentos, e são realizadas conferências e audiências públicas com a comunidade. Por fim, a etapa de gestão e planejamento do município prevê o processo participativo de monitoramento, através de avaliações, atualizações e ajustes para serem incorporado na lei. O Estatuto da Cidade prevê que a lei que institui o Plano Diretor deverá ser revista pelo menos a cada 10 anos (BRASIL, 2004).

Partindo desta visão geral do histórico e etapas da elaboração de Planos Diretores, observa-se que não há, de forma direta, a inserção de questões ambientais voltadas à sustentabilidade, apesar do Estatuto da Cidade apresentar o “equilíbrio ambiental” como diretriz geral, e estabelece no art. 2º, a “garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.” É com base nestas observações que se propõe o desenvolvimento de um método de análise da sustentabilidade ambiental inserido num instrumento de política urbana local, a qual influencia as atividades desenvolvidas no município, como demonstra a citação abaixo.

No município, um dos pontos mais importantes e decisivos nos caminhos que a cidade poderá tomar na questão ambiental urbana é em relação ao Plano Diretor. Na atualidade, sob obrigação legal, a elaboração do Plano Diretor propicia, quando desenvolvido com a preocupação sustentável, além das tarefas de intervenção fiscalizadora, normativa ou de fomento, também a fixação de objetivos, prioridades e diretrizes para as atividades econômicas, local e regionalmente abordados, de forma a permitir a sua evolução, desempenho e perspectivas [...] (NASCIMENTO; CAMPOS, 2006, p.2-3).

### 3.4 DISCUSSÃO

Até agora, o presente capítulo, fez-se uma abordagem dos principais conceitos que norteiam a dissertação. Entretanto, questiona-se: como eles estão conectados?

De início foi apresentado o que se compreende por sustentabilidade, pois esta é a premissa para qualquer atuação. Em seguida, a sustentabilidade na cidade, localizou o tema. A Pegada Ecológica foi apresentada mais detalhadamente, pois o método deve ser compreendido na sua forma original para posterior alteração. E, finalmente, foi delineada a forma como o Ministério das Cidades sugere a formulação de Planos Diretores. Observou-se que este último, poderia ser mais detalhado pelos órgãos do governo, para facilitar a aplicação pelos municípios. Além disso, verificou-se que a sustentabilidade não é analisada.

Para Alberti e Susskind (1996) o planejamento urbano influencia a maneira em que as pessoas se utilizam dos recursos naturais. Por outro lado, as cidades promovem grandes oportunidades de utilização dos recursos de modo mais eficiente. Portanto, a maneira como as cidades são planejadas e administradas pode ser crucial para a sustentabilidade. De acordo com WWF (2008), as cidades podem ser planejadas para proporcionar estilos de vida desejáveis, os quais minimizam, simultaneamente, a demanda local e global por recursos naturais.

Documentos internacionais relacionados às cidades, assim como o próprio Estatuto da Cidade, Lei Federal Brasileira, abordam o desenvolvimento sustentável, mas são deficientes em apresentar estratégias práticas de sua aplicação. E é justamente esta lacuna que a pesquisa busca preencher. Como já existe uma ferramenta “promissora” de acordo com Bellen (2007), que analisa a sustentabilidade - a Pegada Ecológica - a pesquisa parte dela. Mas, de que forma esta ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental pode contribuir para a tomada de decisão?

O desenvolvimento de um método para a avaliação da sustentabilidade, a partir da Pegada Ecológica (WACKERNAGEL; REES, 1996), apresenta uma possibilidade de introduzir uma perspectiva sustentável no planejamento das cidades. Para Stoeglehner e Narodslawsky (2007), a principal característica da pegada é tornar visível e comparável as diferentes pressões ambientais, podendo ser utilizada em diferentes estágios de decisões, desde a análise do estado atual, indicação de alternativas, até o monitoramento dos impactos ambientais das opções implementadas. Para Bellen (2007), uma ferramenta de avaliação pode contribuir para transformar a preocupação com a sustentabilidade em uma ação pública consistente. Para o autor (*op. cit.*), a Pegada Ecológica é um método que torna

aparentes os desafios e direciona a ação para alcançar padrões de vida mais sustentáveis. “Na perspectiva da ferramenta de avaliação, o primeiro passo para um mundo mais sustentável é aceitar as restrições ecológicas e os desafios socioeconômicos que elas exigem (BELLEN, 2007, p.116).”

A pegada permite que se façam cenários, avaliações prévias, que podem indicar as alternativas de menor impacto, possibilitando uma distinção entre diferentes opções. Se a Pegada Ecológica de determinado item analisado é alta, com certeza os impactos ambientais são significativos e alertam para a necessidade de uma mudança; se a pegada é baixa, sugere-se que se faça um estudo mais detalhado em que se avaliem outras variáveis (STOEGLEHNER; NARODOSLAWSKY, 2007). “Na medida em que a área apropriada for maior que a capacidade do sistema, pode-se afirmar que o modelo predominante de desenvolvimento não pode ser considerado sustentável (BELLEN, 2007, p. 181).”

Para Bagliani *et al* (2008) os resultados da Pegada Ecológica, em nível municipal, são relevantes quando comparados com a biocapacidade local, tanto *per capita*, como total, permitindo a verificação da existência ou não de déficit ecológico (transferência dos custos ambientais). Os autores (*op. cit.*) apresentam os resultados da Pegada Ecológica, separando aquilo que compete aos órgãos públicos e aquilo que compete ao consumo particular do cidadão.

De acordo com Silva (2000, p.75), a Pegada Ecológica investiga “as tendências à sustentabilidade de um dado território”. Brito (2003); Bellen (2007); Eaton, Hammond e Laurie (2007), abordam a Pegada Ecológica como um indicador de sustentabilidade e monitoramento. De acordo com Bellen (2007, p.54) “[...], o trabalho com indicadores de sustentabilidade deve proporcionar a transformação do conceito de desenvolvimento sustentável numa definição mais operacional”.

Indicadores urbanos são cruciais para o desenvolvimento de ações para a sustentabilidade. “Eles servem para vários propósitos: (i) sistematizar o monitoramento das mudanças do ambiente urbano; (ii) aviso prévio dos problemas ambientais urbanos; (iii) fixar metas; (iv) revisão do desempenho e, (v) informação e comunicação pública” (ALBERTI, 1996, p.394, tradução nossa). Estes propósitos correspondem às utilidades da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, na medida em que esta seja percebida como um instrumento que desenvolve indicadores locais. Além disso, o resultado da ferramenta apresentará o nível de dependência do município de recursos externos. Na elaboração do Plano Diretor, as pessoas estarão cientes de que suas decisões afetam todo um sistema ecológico, que vai além de suas fronteiras políticas.

O processo de gestão necessita de mensuração. A gestão de atividades e o processo decisório necessitam de novas maneiras de medir o progresso, e os indicadores são uma importante ferramenta no processo. [...] Eles podem ajudar os tomadores de decisão e o público em geral a definir os objetivos e as metas do desenvolvimento e permitir a avaliação do desenvolvimento, na medida em que alcance ou se aproxime das metas.

[...] O objetivo da mensuração é auxiliar os tomadores de decisão na avaliação de seu desempenho, em relação aos objetivos estabelecidos, fornecendo bases para o planejamento de futuras ações. Para isso, eles necessitam de ferramentas que conectem atividades passadas e presentes com as metas futuras, e os indicadores são o seu elemento central. Essas medidas são úteis por várias razões.

- Auxiliam os tomadores de decisão a compreender melhor, em termos operacionais, o que o conceito de desenvolvimento sustentável significa, funcionando como ferramenta de explicações pedagógicas e educacionais.

- Auxiliam na escolha de alternativas políticas, direcionando para metas relativas à sustentabilidade. As ferramentas fornecem um senso de direção para os tomadores de decisão e, quando escolhem entre alternativas de ação, funcionam como ferramenta de planejamento.

- Avaliam o grau de sucesso no alcance de metas estabelecidas referentes ao desenvolvimento sustentável, sendo essas medidas ferramentas de avaliação (BELLEN, 2007, p. 54-55).

De acordo com Scussel (2007, p.67) "As principais características esperadas de um indicador, dados seu significado sintético e poder de simplificação da informação são: relevância e utilidade para usuários; fundamentação técnica consistente e facilidade de medição." Bellen (2007) coloca que indicadores simplificam informações complexas para melhorar o processo de comunicação.

Os resultados da Pegada Ecológica são indicadores, que servem de guia para decisões políticas (STOEGLEHNER; NARODOSLAWSKY, 2007). Para Silva (2000, p.246), indicadores são utilizados como "instrumentos de diagnóstico de uma determinada realidade, com a finalidade de traçar políticas e apoiar as tomadas de decisões." "[...] a utilização de um instrumental de avaliação e monitoramento da realidade, tais como os indicadores de sustentabilidade, constitui-se em um dos componentes capazes de contribuir no incremento da qualidade socioambiental do meio urbano, a médio e longo prazos." (SILVA, 2000, p. 67).

Bellen (2007) apresenta, conforme se vê na figura 10, o ciclo sugerido por Moldan e Bilharz<sup>7</sup> (1997, *apud* Bellen 2007, p.57), o qual ilustra o processo de tomada de decisão, sugerindo que os indicadores podem fornecer subsídios em todas as fases. É importante destacar que os indicadores devem ser claros, legíveis e objetivos, de modo a gerar informação pública. É a informação que gera o aumento da consciência pública, fundamental para que a formulação de políticas seja feita de forma participativa com a comunidade.

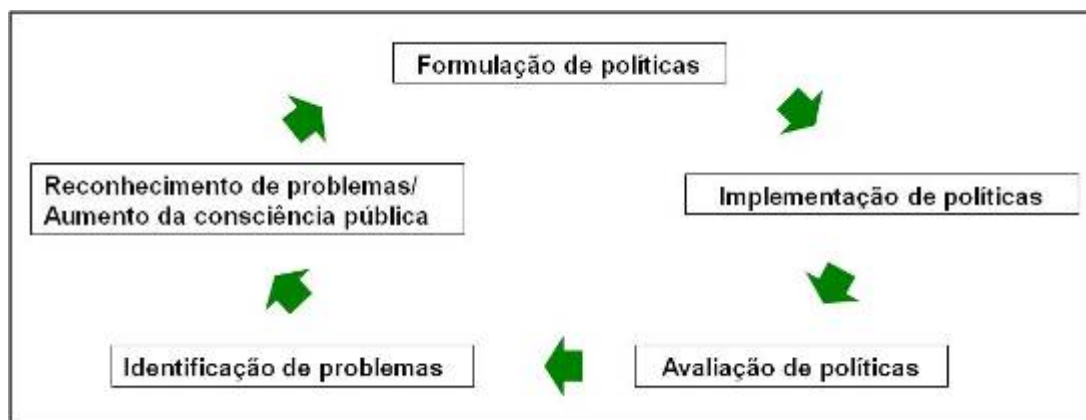


Figura 10: ciclo de tomada de decisão (Moldan e Bilharz, 1997 *apud* Bellen 2007, p.57)

O desenvolvimento da ferramenta de avaliação, pela presente pesquisa, tem como desafio, justamente, estabelecer uma conexão entre conceitos de sustentabilidade, os quais estão em processo de construção e não são completamente estruturados, e a sua operacionalização aplicável na escala de município. Porém Silva (2000) e Alberti (1996) apontam que, para que práticas sustentáveis sejam implementadas, não basta desenvolver análises, indicadores e estratégias de sustentabilidade, mas se requer, também transformação de atitude e vontade política.

Através dessas referências, compreende-se que uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental exerce influência na tomada de decisão, por traduzir o conceito de desenvolvimento sustentável em indicadores mensuráveis, que permitem a visualização dos impactos ambientais gerados por uma população. Mas de que forma se dá a adequação desse instrumento ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano?

Como foi exposto, a Pegada Ecológica utiliza categorias de áreas de uso da terra (solo). As categorias que farão parte da ferramenta de avaliação são aquelas na qual o planejamento

<sup>7</sup> MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds). ***Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development***. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.



da cidade exerce influência. Lembra-se que, no item 3.2.1, foi apresentado o exemplo das cidades “*Blacktop*” e “*Parktown*” (CHAMBERS; SIMMONS; WACKERNAGEL, 2000, p. 6), segundo o qual o planejamento da cidade influencia o modo de vida das pessoas, pois cria oportunidades para realizar as suas atividades de forma mais sustentável ou não, influenciando no tamanho do impacto ambiental da cidade. Portanto, cada categoria será abordada com o objetivo de que ela se torne mais sustentável, com base nas alternativas apresentadas na literatura. O detalhamento de cada categoria será abordado separadamente no próximo capítulo.

A figura 11 apresenta uma forma de visualização da Pegada Ecológica. Este exemplo mostra a quantidade total de lixo seco produzida pelo município na barra ‘cenário sem reciclagem’, comparando-a com a porcentagem de lixo reciclada na barra ‘cenário atual com reciclagem’, apresentando a redução da Pegada Ecológica que isto representa. Na ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, práticas que contribuem para a sustentabilidade serão consideradas como impacto ambiental reduzido, para que estas sejam incentivadas.

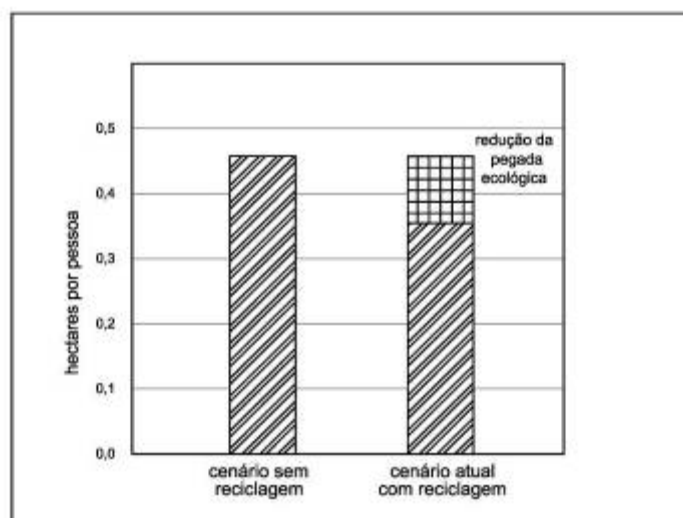


Figura 11: exemplo de distribuição da Pegada Ecológica, de acordo com as práticas do município referentes ao lixo seco. Adaptado de Bagliani *et al* (2008)

A partir de uma figura como esta, é possível comparar a proporção de ações sustentáveis, nas diferentes categorias avaliadas. Assim se tornam visíveis as potencialidades e limites de redução do impacto de cada atividade. Uma categoria pode ter um impacto menor, mas não

realizar nenhuma prática mais sustentável; por outro lado, uma categoria pode causar um impacto ambiental maior, mas ao mesmo tempo possuir uma série de ações para reduzi-lo.

Eaton, Hammond e Laurie (2007) apresentam uma tabela com a porcentagem de contribuição de cada categoria avaliada, e, ao lado, possíveis estratégias aplicadas pelo poder público para redução do impacto (tabela 5).

Tabela 5: exemplo de priorização de estratégias para a redução da Pegada Ecológica

<b>Categoria</b>	<b>Impacto (%)</b>	<b>Estratégias</b>
Alimentação	XX	Incentivar a produção de hortas urbanas
Transporte	XX	Inserir transporte público na zona rural
Saneamento	XX	Proporcionar reciclagem de lixo
Ambiente Construído	XX	Permitir a permeabilidade das vias

(Fonte: Adaptado de Eaton, Hammond e Laurie, 2007)

Observa-se, através dessas referências, algumas formas de visualização e apropriação dos resultados da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, para torná-la mais compreensível e facilitar a sua aplicabilidade no planejamento municipal. Porém, sabe-se que, para a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, há outras variáveis concorrentes, abordadas no item 3.3, as quais devem ser avaliadas em conjunto para a definição das estratégias aplicáveis no município.

Como já se viu, a própria sustentabilidade abrange várias dimensões: ambiental, social e econômica. A ferramenta proposta avalia a dimensão ambiental. Assim, faz-se necessário um equilíbrio, através de uma visão holística do município, obtida por meio da análise dos demais dados. Além disso, a leitura da cidade deve ser feita de forma coletiva, com a participação da comunidade local. A figura 12 apresenta os levantamentos exigidos pelo Ministério das Cidades na elaboração do Plano Diretor (ver item 3.3), com a inserção da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental.

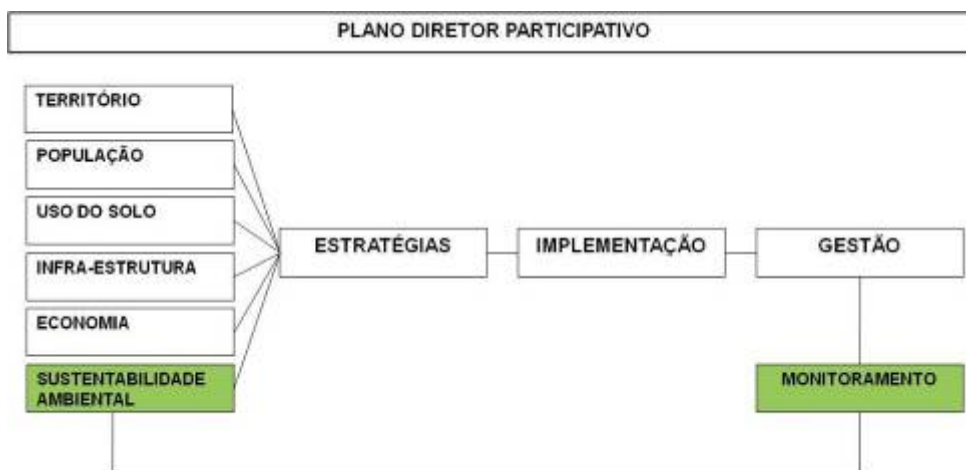


Figura 12: organograma do processo de elaboração do Plano Diretor, destacando-se a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental inserida

Portanto, a presente proposição dará respostas às etapas seguintes de elaboração do Plano Diretor, para que sejam excluídas opções insustentáveis, desde o início do planejamento. Ou seja, esta ferramenta de avaliação, que direcionará o planejamento para uma cidade mais sustentável, estará presente no processo de elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, fato que, hoje em dia, ainda não ocorre.

## 4 FERRAMENTA PRELIMINAR: COM BASE NA BIBLIOGRAFIA

Por meio da revisão bibliográfica apresentada, foi possível compreender o conceito de sustentabilidade utilizado nesta pesquisa, o método original da Pegada Ecológica e a maneira preconizada pelo Ministério das Cidades para a elaboração de Planos Diretores. O item 3.4 teve o objetivo de discutir a relação entre a literatura, e as oportunidades geradas pela ferramenta proposta. Conforme o procedimento metodológico apresentado, a ferramenta preliminar é baseada na revisão bibliográfica, para posterior análise pelos especialistas. Desse modo, a figura 13 apresenta o delineamento da primeira etapa da pesquisa. Com base na compreensão do processo, realizada no capítulo 3, serão formuladas modificações na Pegada Ecológica original para a elaboração da ferramenta preliminar.



Figura 13: organograma do delineamento da formulação da ferramenta preliminar

## 4.1 MODIFICAÇÕES NA PEGADA ECOLÓGICA ORIGINAL

Alterações no método de análise desenvolvido por Wackernagel e Rees (1996) serão feitas, para adaptar, adicionar ou suprimir temas, baseadas nos itens determinados ou influenciados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano para pequenos municípios.

As modificações e justificativas, sobre quais categorias de uso serão utilizadas, são apresentadas a seguir. As formulações e alterações específicas de cálculo são detalhadas, separadamente, em cada categoria, no item 4.1.2.

### 4.1.1 Categorias

De acordo com Brasil (2006a), o Plano Diretor deve conter, no mínimo, objetivos específicos quanto à habitação, transporte e mobilidade, meio ambiente e saneamento. Portanto, é necessário o acréscimo do item referente ao saneamento, o qual não é abordado na Pegada Ecológica original. Isto significa a inserção dos itens: água, esgoto e resíduos sólidos.

Em Brito (2003), a água é avaliada somente através de indicadores de sustentabilidade, pois segundo a autora (*op. cit.*), os municípios de pequeno porte, em geral, possuem um grande número de poços, há a captação de água dos rios, a inexistência de redes e sistemas de efluentes domésticos e industriais, o que não possibilita a coleta de dados para avaliar o real consumo de água pela população. Porém, de acordo com o Estado do Mundo (2005), a escassez de água tende a aumentar em decorrência ao aumento populacional. Mesmo que, inicialmente, não se tenham dados, a inserção do consumo de água deve servir de estímulo para que haja um maior controle do seu uso.

A água é o recurso mais precioso. Tanto sua qualidade, quanto quantidade, são cruciais para as necessidades fundamentais humanas de alimentação e saúde. (ESTADO DO MUNDO, 2005, p.7). A forma como uma comunidade trata os seus recursos hídricos é um espelho da sua consciência ambiental e da competência e comprometimento da sua administração (DIAS, 2002, p.160).

Na publicação de WWF de 2008 foi acrescido o cálculo da água ao cálculo da Pegada Ecológica realizada por eles. O cálculo é realizado para países, baseado em dois componentes: a pegada interna da água, que representa o volume de água necessário para promover a produção e o consumo de bens e serviços dentro do país; e a pegada externa da água, que resulta da importação de bens, ou seja, a água que é utilizada para a produção de bens para exportação. Além disso, a pegada da água, em WWF (2008), é realizada considerando três tipos de águas: azul (água utilizada dos cursos d'água), verde

(água da chuva estocada no solo, que evapora nas áreas de cultivo) e cinza (água poluída, resultante de processo de produção, calculada como a água necessária para diluir o poluente até um nível aceitável).

Para Wackernagel e Rees (1996), na análise da Pegada Ecológica, é possível considerar os custos energéticos e de materiais envolvidos na purificação e transporte da água. Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) também consideram a energia necessária para o tratamento, bombeamento e distribuição da água. Em locais com escassez de água, verificam a quantidade de água disponível no local, em metros cúbicos, comparando com a quantidade de terras, população e consumo, como uma informação extra.

Wackernagel e Rees (1996) entendem que a capacidade da natureza em absorver resíduos gerados pelo homem é finita. Contudo, esgotos e resíduos orgânicos, se adequadamente distribuídos, podem ser reciclados pelo ecossistema local, representando pequena parcela na Pegada Ecológica; somente a terra necessária para um tratamento inicial desses resíduos deve ser computada. Por outro lado, o que não é absorvido pela natureza e é acumulado ou lançado na água ou ar, produz contaminação do ambiente, reduzindo a produtividade da terra. Porém, os autores consideram para o cálculo, somente a área necessária para a absorção de CO<sub>2</sub>.

O quadro 1, desenvolvido por Wackernagel e Rees (1996), considera cinco categorias de uso de terra: (i) alimentos, (ii) edificações, (iii) transporte, (iv) bens de consumo e (v) serviços, conforme apresentado no item 3.2.2.1. Destas, serão abordados, na ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, as categorias (i), (ii) e (iii).

O Plano Diretor não influencia no consumo de bens materiais da população, por isso não será considerada a categoria (iv), sobre bens de consumo. A categoria (v), referente a serviços, em termos de Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, é compreendida na organização territorial da cidade, a qual define os centros urbanos, os locais adequados para comércio e serviço. Esta questão já é analisada no diagnóstico para elaboração de Planos Diretores, através dos mapas de uso do solo. Além disso, as áreas das edificações referentes aos serviços estarão incluídas na avaliação sobre as áreas ocupadas da zona urbana, na categoria de edificações. E, para esta categoria de edificações, sugere-se a mudança do nome para “Ambiente Construído”, de forma que se compreenda que esta categoria abrange, não somente as edificações, mas também as demais alterações realizadas pelo homem no ambiente natural.

Para cada categoria haverá subcategorias, as quais serão detalhadas no item 4.1.2, a seguir. Para Bellen (2007, p.107), cada categoria pode ser subdividida em subcategorias, definidas estrategicamente “para se responder a questões específicas do sistema que se pretende observar e estudar.”



Wackernagel e Rees (1996) apresentam seis categorias de áreas de terra ecologicamente produtivas, conforme item 3.2.2: (i) área para geração de energia (combustível fóssil), (ii) área degradada (área construída), (iii) hortas e pomares (produção de vegetais e frutas), (iv) cultivos, (v) pastoril (leite, carne e lã) e (vi) floresta manejada (madeira). Destas, serão excluídas a (iii) e a (vi), tendo em vista que: a área de “hortas e pomares” ficará contemplada dentro da área de “cultivos”, para simplificar a análise, visto que esta coluna é somente preenchida na categoria de alimentação; e, a área de “floresta manejada” é calculada pelo consumo de madeira e papel, itens que não são contemplados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Propõe-se a alteração da denominação original de “degradada” para “construída”, de modo que se reduzam as diferentes interpretações da palavra, visto que as demais áreas apresentadas também degradam o meio ambiente. E alterar a denominação de área de “terra” para área de “solo”, facilitando a compreensão na linguagem do planejamento urbano: uso do solo.

Outra modificação proposta é considerar o resultado em hectares por habitante, ao invés de hectares por pessoa, para evidenciar que o resultado remete aos impactos ambientais, determinados ou influenciados pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de um município, proporcional ao número de seus habitantes. É importante manter a relação com o número de habitantes, pois, como a ferramenta pode ser aplicada ao longo dos anos, para o monitoramento do planejamento, os resultados poderão ser comparados em relação ao número de pessoas de sua população.

Sugere-se, também, que a ferramenta seja denominada de **Diagnóstico de Sustentabilidade Ambiental**, com a sigla DSA.

Portanto, a primeira proposta de ferramenta, para a avaliação de sustentabilidade ambiental, é apresentada de forma simplificada, elencando somente as categorias, sem as subcategorias, no quadro 2, elaborado com base no quadro 1, adaptado de Wackernagel e Rees (1996).

DSA (Diagnóstico de Sustentabilidade Ambiental)		Correspondente área de solo produtiva (ha/habitante)				Total ha/hab.
		Energia	Construída	Cultivo	Pastoril	
Uso do solo	Alimentação					
	Transporte					
	Saneamento					
	Ambiente Construído					
	<b>TOTAL</b>					
<b>Legenda</b>  falta de dados.  atividade não exercida.						

Quadro 2: categorias da ferramenta preliminar

Para facilitar a inserção dos dados, foi criada uma legenda. A cor cinza representa os espaços que devem ser preenchidos. Caso não haja dados disponíveis para o preenchimento de algum item, a cor cinza permanece, assim, será possível identificar se o cálculo encontra-se incompleto. Adicionalmente, se determinada atividade não é exercida no município, marca-se um traço “----”.

Os níveis de impacto ambiental são representados pela quantidade de área de solo produtiva - calculados pela soma dos espaços para área construída, de cultivo e pastoril, e pela área relativa à absorção da emissão de CO<sub>2</sub> do uso de energia – necessários para possibilitar a realização das atividades desenvolvidas dentro do município, de forma a propiciar aos seus habitantes: alimentação, transporte, saneamento e o ambiente construído. As abreviações das colunas são relacionadas, a seguir, em hectares por habitante (ha/habitante):

- a) Energia: área necessária para o seqüestro de gás carbônico.
- b) Construída: área ocupada por edificações, áreas pavimentadas e áreas contaminadas.
- c) Cultivo: área ocupada por plantações.
- d) Pastoril: área ocupada para o pastoreio de animais.

Para o cálculo do consumo de energia, observa-se que nem todas as fontes de energia, não provenientes de combustíveis fósseis, são sustentáveis. A maior parte da energia elétrica gerada no Brasil é oriunda de usinas hidrelétricas. Para Dias (2002), as usinas hidrelétricas contribuem para impactos ambientais negativos, gerados pela sua instalação, operação e manutenção dessas usinas, os quais incluem: o impedimento à migração de peixes,



diminuição do transporte de sedimentos à jusante, mortandade de organismos aquáticos, desflorestamento, aumento de doenças e pragas, entre outros.

Veja-se, então, como algumas referências abordam a questão energética para cidades mais sustentáveis. Sassi (2006) sugere que haja uma transição da energia originária de combustíveis fósseis para energias renováveis, e a promoção da eficiência energética nas edificações. As energias renováveis de origem solar (biomassa, fotovoltaica, fototérmica, etc) implicam em uma mínima geração antrópica e, portanto, emissões atmosféricas reduzidas (PALENZUELA, 1999). Para Newman e Kenworthy (1999), a energia deve ser descentralizada, em escala local, desenvolvida com os recursos da região, numa escala de comunidade e diversificada. Para Register (1987), a cidade sustentável consome pouca energia, usa energias renováveis (solar e eólica), conserva e promove a eficiência energética. Alberti e Susskind (1996) afirmam que o uso de energia é concentrado nas cidades, por isso, ações locais para aumentar a eficiência energética e introduzir formas limpas de geração de energia são essenciais para reduzir o impacto global e melhorar a qualidade de vida local.

Assim, não será considerado como impacto ambiental a geração de energia por fontes renováveis. Para WWF (2006a) as fontes renováveis de energia são as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), eólica, biomassa e solar.

A seguir serão apresentadas as formas para a inserção dos dados.

#### **4.1.2 Identificação de diretrizes mais sustentáveis e formulação de dados**

Para cada categoria de uso do solo será verificado, a seguir, qual é a metodologia de cálculo adotada para a inserção dos dados. A apresentação de cada categoria é feita em duas etapas:

- 1º- são apresentadas referências sobre como a prática de cada categoria é considerada mais sustentável. Estas diretrizes servem para orientar a formulação da ferramenta, para que esta direcione o uso das estratégias mais sustentáveis no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Conforme abordado no item 3.4, práticas que contribuem para a sustentabilidade serão consideradas como impacto ambiental reduzido, para que estas sejam incentivadas. Para

tanto, será acrescida uma coluna denominada “área de impacto reduzido”, para que sejam explicitadas estas atividades.

2° - são apresentadas as subcategorias e as colunas para preenchimento, com suas respectivas justificativas.

#### 4.1.2.1 Alimentação

De acordo com Sassi (2006), os alimentos, além de ocuparem vastas áreas de terras para a sua produção, ainda requerem o consumo de energia para o seu transporte. Conforme a autora (*op. cit.*), nos Estados Unidos os alimentos viajam, em média, de 2.500 a 4.000 km para chegarem à mesa dos americanos. Além disso, as atuais práticas agrícolas, baseadas em pesticidas e fertilizantes, afetam a saúde humana, contaminam a água e reduzem a biodiversidade. Portanto, para fortalecer a economia agrícola local e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, decorrentes do transporte, deve-se dar preferência à produção local de alimentos e encorajar a produção orgânica. A agricultura orgânica não implica em redução dos níveis de produção, e é mais eficiente no uso da energia. Melhor ainda, se for possível o cultivo de alimentos orgânicos na própria propriedade das pessoas, trazendo benefícios psicológicos e exercendo uma forma de educação ambiental, através da aproximação do homem com o meio ambiente (SASSI, 2006).

No futuro regenerativo, ao invés de monoculturas, haverá culturas diversificadas, as plantações serão combinadas com árvores, animais e pequenas reservas, interligadas por corredores ecológicos; os limites possuirão zonas de transição; a mão do homem não interferirá no desenvolvimento natural; o homem tornar-se-á física e intelectualmente parte da paisagem; a paisagem tornar-se-á menos uma colcha de retalhos e passará a ser um contínuo (LYLE, 1994). Para Register (1987) e Lyle (1994), deve-se promover a produção urbana de alimentos.

Com base nestas referências, podem ser traçadas as seguintes diretrizes mais sustentáveis para a **categoria alimentação**:

- (i) produzir a nível local,
- (ii) encorajar a produção orgânica,
- (iii) diversificar as culturas,

- (iv) promover a produção urbana.

Para o cálculo dos impactos gerados pela alimentação, Wackernagel e Rees (1996) avaliam o que as pessoas consomem, através da produção local, somada às importações, menos as exportações, e utilizam uma média mundial de produtividade. Porém, entende-se aqui, que, em uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental para municípios de pequeno porte, não seria adequado realizar o cálculo baseado em uma média mundial de produtividade, mas sim em uma média local. Wackernagel e Rees (1996) o fazem por meio da média mundial, pois seus cálculos são principalmente voltados para a escala de países. Lenzen e Murray (2001) também sugerem o uso da produtividade local.

Para atender à segunda diretriz, referente à produção orgânica, será analisada a quantidade de produção de alimentos que não utilizam fertilizantes (substitutos de nutrientes), nem agrotóxicos (substitutos do controle biológico). A produção orgânica será inserida como atividade de redução de impacto ambiental, para incentivar esta prática. E, da mesma forma, serão consideradas as formas de produção urbana de alimentos (hortas e pomares).

Já se percebe que as discussões que a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental levanta, e os resultados que apresenta, servirão para orientar outras políticas públicas, que vão além do próprio Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Até esta etapa da pesquisa, o consumo de 'energia' não foi preenchido na categoria de alimentação. Sabe-se que há limitações e simplificações nesta ferramenta, de forma que não será possível calcular, separadamente, o consumo de combustíveis fósseis por veículos motorizados, que participam do processo de plantio. Assim, o consumo de combustíveis para deslocamento será calculado, como um todo, na categoria 'transporte'.

O uso de área 'construída' não é contabilizado por Wackernagel e Rees (1996) nesta categoria. Acredita-se que isto se deva ao fato de que os maiores impactos, em termos de hectares *per capita* da categoria alimentação, se dão justamente pela área de plantio, e não pelas eventuais edificações ou vias. Além disso, as edificações estarão incluídas no cálculo da categoria 'ambiente construído'.

Assim, a categoria de alimentação fica subdividida nas subcategorias: (i) frutas, vegetais e grãos, e (ii) produtos animais, conforme apresentado no item 3.2.2.1. Nesta categoria é necessário o preenchimento dos dados na coluna 'cultivo' e 'pastoril' (quadro 3).

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Impacto Reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Construída	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>Alimentação</b>						
	frutas, vegetais e grãos						
	produtos animais						

Quadro 3: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental - categoria alimentação

No item frutas, vegetais e grãos, será contabilizada a área necessária para suprir o consumo de alimentos da população.

Para o item produtos animais, Wackernagel e Rees (1996) consideram a produção de carne, leite e lã, porém não apresentam como formularam o cálculo. Assim, sugere-se para o cálculo da coluna pastoril, que se verifique a área necessária para a criação dos bovinos de corte e leite. E, para a coluna de cultivo, a área necessária para as rações dos animais.

#### 4.1.2.2 Transporte

Para Alberti e Susskind (1996), as opções pessoais entre utilizar um transporte público ou privado, para o deslocamento de casa para o trabalho dependem, entre outras considerações, da oferta de um sistema eficiente de transporte público. E isto é definido através do planejamento e administração municipal. A Constituição Federal do Brasil de 1988, no seu artigo 30, inciso V, legisla que compete aos municípios “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.”

Sassi (2006) aborda a questão do deslocamento, apontando os impactos causados pelos veículos motorizados, que vão desde o aquecimento global à fragmentação da sociedade. Os veículos poluem o meio ambiente, causam doenças respiratórias, além de serem perigosos, ruidosos e ocuparem grande parte do espaço urbano. A mobilidade através dos carros, que é a dominante, influencia no modo de vida das pessoas, reduzindo as caminhadas e, conseqüentemente, a oportunidade de encontrar vizinhos, interagir e desenvolver um senso de comunidade. Portanto, faz-se necessária uma mudança no padrão de uso do automóvel e no cotidiano das pessoas, os quais são fortemente influenciados pelo planejamento do espaço urbano. A redução da dependência dos automóveis requer uma diversidade de oferta e maior eficiência do transporte público, um planejamento que permita a proximidade ao transporte público - cerca de 400 metros de

distância são suficientemente acessíveis para incentivar a caminhada – ciclovias, zonas livres de automóveis, e a priorização ao pedestre (SASSI, 2006).

Ruano (1999) coloca que o planejamento define se a cidade será orientada ao pedestre, ou ao automóvel. De acordo com o autor, o transporte é responsável por um quarto de toda a energia consumida. Para Lyle (1994), áreas residenciais, comerciais e cívicas devem ser mais próximas, propiciando o andar a pé, de bicicleta ou de transporte público. As vias devem acomodar múltiplos usos de maneira segura, dando menos importância aos carros. Segundo Newman e Kenworthy (1999), é preciso que haja um equilíbrio entre densidade e diversidade de uso. Deve-se limitar as vias rápidas e promover vias na escala do pedestre, com tráfego calmo e facilidades para as bicicletas; promover ruas onde as pessoas possam se encontrar e as crianças possam brincar, com distâncias curtas para o trabalho, lazer e serviços. Para os autores (*op. cit.*), a vitalidade das cidades vem das diversas relações que afloram nas comunidades, onde as pessoas se encontram casualmente, nas ruas e em locais que as reúnem. De acordo com Palenzuela (1999), a configuração da cidade de **metabolismo circular** deve promover 40% do deslocamento por transporte público, 40% à pé, 10% de bicicleta e 10% de carro.

[...] incentivar a conservação de energia em todos os setores, minimizar a necessidade de aquecimento ou refrigeração de prédios e incentivar padrões de assentamentos, que limitem a necessidade de uso elevado de automóveis particulares, pode assegurar o desenvolvimento de cidades que sejam mais compatíveis com algumas das principais metas de desenvolvimento sustentável (SATTERTHWAITE, 2004, p.133).

Com base nestas referências, traça-se as seguintes diretrizes mais sustentáveis para a **categoria transportes**:

- (i) facilitar o acesso e diversificar a oferta do transporte público,
- (ii) projetar ciclovias,
- (iii) promover zonas livres de automóveis,
- (iv) priorizar o pedestre e o deslocamento à pé,
- (v) manter o equilíbrio entre densidade e diversidade de uso para facilitar a caminhada.

É importante destacar que só são considerados os meios de transporte terrestre, de acordo com Wackernagel e Rees (1996).

Wackernagel e Rees (1996), conforme apresentado no item 3.2.2.1, consideram, para a categoria de transporte, as subcategorias referentes ao transporte privado, transporte público e transporte de mercadorias. Conforme item 3.2.2.2, Wackernagel e Rees (1996) consideram 0,14 hectare, *per capita*, somado a uma relação entre as áreas proporcionais das vias e média de pessoas por carro, como o resultado do consumo de energia para o transporte privado, e 0,03 hectare, *per capita*, para ônibus, somado as áreas das vias utilizadas pelo transporte público; considerando para ambos, carro e ônibus, um deslocamento de 10km, entre ida e volta da residência ao trabalho. Não é especificada a forma de coleta e de inserção dos dados para o transporte de mercadorias.

Porém, verifica-se que, para a presente ferramenta de avaliação, a utilização do valor apresentado pelos autores (*op. cit.*) não representa a realidade brasileira, pois o cálculo foi realizado para os Estados Unidos e Canadá, e foi baseado numa estimativa de quilômetros rodados por veículo.

Dias (2002) analisa o consumo de energia pelos veículos, através da quantidade de combustíveis vendidos por ano nos postos do município. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, IPCC sua sigla em inglês (IPCC, 2006, p.3.10), também considera como forma mais apropriada de estimar as emissões de CO<sub>2</sub> pelo transporte terrestre, o cômputo da quantidade e tipo de combustíveis vendidos. Desta forma, sugere-se uma adaptação do método utilizado por Dias (2002) para o cálculo da categoria de transporte.

Em função dessas considerações, para facilitar a visualização dos dados, a categoria de transporte será subdividida em: (i) veículos movidos a gasolina/álcool e, (ii) veículos movidos a diesel. O transporte público, que foi identificado na literatura como uma diretriz mais sustentável, será considerado como redução de impacto ambiental. O transporte de carga está incluído na subcategoria do transporte movido a diesel.

Wackernagel e Rees (1996), conforme abordado no item 3.2.2, consideram que o consumo de combustível fóssil, para geração de energia, pode ser convertido em um equivalente de área de terra, de três formas, e todas se aproximam do mesmo resultado. Portanto, admite-se que a quantidade consumida de gasolina e diesel seja transformada em um equivalente de área plantada com biomassa, necessária para a absorção de gás carbônico emitido, e contabilizados na coluna de energia. A quantidade consumida de álcool é transformada em área de terras, através da média da produtividade brasileira de área de cana-de-açúcar, plantada para a produção de álcool, sendo computada na coluna de áreas de cultivo. Portanto, na ferramenta, será possível identificar o impacto ambiental referente a esses três combustíveis e compará-los.

Os combustíveis gasolina e álcool estão na mesma subcategoria, pois a maioria dos automóveis é abastecida com estes combustíveis. De qualquer forma, a gasolina poderá ser diferenciada do álcool, pois serão preenchidas colunas diferentes: energia e área de cultivo, respectivamente.

Observa-se que o planejamento do município pode influir na intensidade de consumo destes combustíveis. Por exemplo, se o município incentiva a produção local de alimentos, haverá menos necessidade de importação e exportação, e conseqüente, transporte dos mesmos. Se o município dá uma destinação local ao seu lixo, reduz a necessidade de deslocamento. Assim, também, poderá influir em aspectos relacionados à localização das atividades econômicas e na promoção de transportes alternativos, como a bicicleta e o transporte público.

O quadro 4, a seguir, mostra que, nesta categoria, é necessário o preenchimento dos dados nas colunas 'energia', 'construída' e 'cultivo'.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Impacto Reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Construída	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>Transporte</b>						
	gasolina/álcool						
	diesel						

Quadro 4: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental - categoria transporte

A seguir, apresenta-se a forma como será realizado o cálculo.

O primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes móveis (BRASIL, 2006b, p.56 e 87) demonstra, com base nos dados para o ano de 1994, que a queima de um litro de diesel emite 2,79kg de CO<sub>2</sub> e a queima de um litro da gasolina vendida no Brasil emite 2,11kg de CO<sub>2</sub>. São consideradas somente as emissões diretas da queima, através do uso. Verifica-se que a emissão de gás carbônico pelo consumo de diesel é 32% maior que a da gasolina.

Multiplicando esses dados pela quantidade de litros de cada combustível vendida, obtêm-se a quantidade total de CO<sub>2</sub> emitida. Wackernagel e Rees (1996) apontam que, um hectare de floresta temperada, boreal e tropical absorve 1,8 toneladas de gás carbônico (item 3.2.2). Pesquisando em dados mais recentes, verificou-se que a quantidade de absorção de CO<sub>2</sub> pelas florestas não é um dado exato, dependendo das características de cada floresta, sua fase de crescimento, clima local, entre muitas outras variáveis. Nobre e Nobre (2002)

referem que experimentos estão mostrando que “[...] as florestas não-perturbadas da Amazônia comportam-se com um forte sumidouro de carbono, com taxas na faixa de 1 a 7 toneladas por hectare por ano [...]”.

Em função da complexidade das variáveis, mencionada acima, e da dificuldade de se apresentar um dado fixo sobre a absorção de gás carbônico pelas florestas, manteve-se o dado utilizado por Wackernagel e Rees (1996), pois, segundo os mesmos, é um dado aproximado, e é uma média considerada para diferentes florestas.

Retomando o cálculo, divide-se a quantidade de gás carbônico emitida por esse fator. O resultado é dividido pela população e se obtém a quantidade de floresta, em hectares por habitante, necessária para a absorção do gás carbônico emitido na queima dos combustíveis.

Para o cálculo do impacto do álcool será utilizado o dado apresentado por Leite e Leal (2007), onde um hectare cultivado com cana de açúcar, no Brasil, produz cerca de 6.000 litros de etanol por ano. Faz-se a relação da quantidade de litros de álcool vendidos, pela produtividade de álcool das áreas cultivadas com cana de açúcar e divide-se pela população.

Com relação à coluna ‘construída’ será computado o espaço ocupado por estacionamentos coletivos e vias públicas. Consideram-se somente as vias asfaltadas e concretadas como impacto ambiental. Para incentivar a permeabilização das vias urbanas, aquelas com pavimento permeável serão inseridas na coluna “redução”.

#### 4.1.2.3 Saneamento

Os processos de vida sustentável da paisagem natural – a interação entre espécies, o fluir da água filtrada e assimilada pelo solo, plantas e microorganismos – também contribuem para o processo de vida sustentável da cidade. Porém, a maioria das cidades, hoje, está apoiada em processos degenerativos, desconectados da paisagem maior, havendo, portanto, a necessidade de uma re-integração (LYLE, 1994).

Para os autores Sassi (2006) e Palenzuela (1999), a água deve ser utilizada de forma eficiente, reutilizando-se as águas residuárias e aproveitando a água da chuva. Segundo Palenzuela (1999), cerca de 30% do consumo de água doméstica, industrial e de serviço pode ser reduzido. A divisão das águas de uma bacia hidrográfica, para Palenzuela (1999),



deveria ser de um terço para consumo humano, enquanto um terço atenderia os ecossistemas terrestres, e um terço estaria disponível aos sistemas aquáticos, como parcela mínima para sua preservação; o mar deveria receber, ao menos, um terço do volume de água da bacia hidrográfica.

Sassi (2006), Ruano (1999) e Register (1987) abordam a importância da manutenção da permeabilidade dos solos, para a absorção do excesso da água de chuva que não é coletada. Ao invés de ser canalizada diretamente para os sistemas de coleta de esgotos, a água seria filtrada pelo solo, e retornaria aos aquíferos. A redução de áreas impermeáveis também reduz a ocorrência de inundações e previne a escassez de água.

“Um quadro que incentiva o uso eficiente de água, em todos os setores, e promove a reutilização de águas servidas, também pode reduzir consideravelmente a perspectiva de escassez hídrica.” (SATTERTHWAITE, 2004, p.133). Sassi (2006) e Ruano (1999) afirmam que a separação das águas cinzas das águas negras, nas edificações, possibilita a reciclagem e o reuso das águas cinzas. De acordo com Lyle (1994), o tratamento da água deveria se dar através de plantas e microorganismos, e a biomassa resultante do processo poderia ser utilizada para compostagem.

Para Palenzuela (1999), os resíduos sólidos podem ser compostados, ou reciclados, na rede industrial (reciclagem). Além disso, podem ser reutilizados antes de serem descartados, reduzindo o volume de resíduos gerados e a necessidade de extração de matérias-primas. Palsule (2004) defende a promoção da reciclagem, mas lembra que deve haver uma redução na geração do lixo, através do aumento do nível de conscientização pública.

O meio ambiente proporciona o sustento da cidade, e ele possui um limite sobre o quanto pode ser degradado. Água, solo, ar, fauna e flora são partes integrantes da cidade, e promovem, gratuitamente, os serviços ecológicos, os quais, quando abusados, afetam a nossa saúde e bem-estar. Para remediar este abuso, esforços são necessários para encontrar maneiras de reutilizar os nutrientes, de descobrir qual é a capacidade do ar de se auto-renovar, assim como a capacidade de rios e lagos de fornecer água limpa (NEWMAN; KENWORTHY, 1999).

Com base nestas referências, podem ser traçadas as seguintes diretrizes mais sustentáveis para a **categoria saneamento**:

- (i) utilizar a água de forma eficiente,

- (ii) reutilizar a água,
- (iii) coletar a água da chuva,
- (iv) permitir a permeabilidade do solo,
- (v) tratar a água por meio de plantas e microorganismos,
- (vi) reutilizar e recuperar os resíduos sólidos, por meio da compostagem e reciclagem.

A categoria de **resíduos** é uma adição à Pegada Ecológica original. Sugere-se a sua subdivisão em: (i) água, (ii) esgoto, (iii) lixo orgânico, e (iv) lixo seco, conforme quadro 5, a seguir. Para incentivar que as diretrizes acima citadas sejam implementadas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, elas serão inseridas na coluna de redução de impacto, ou, até mesmo, não serão contabilizadas, pois em alguns casos, como, por exemplo, na separação e reciclagem do lixo seco, é um impacto que deixa de ocorrer, que acaba não existindo.

O quadro 5 mostra que nesta categoria é necessário o preenchimento dos dados na coluna 'energia' e 'construída', conforme descrito a seguir.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Impacto reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Construída	Cultivo	Pastoril		
Uso	Saneamento						
	água						
	esgoto						
	lixo orgânico						
	lixo seco						

Quadro 5: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental - categoria saneamento

Knijnik (1994) calculou o consumo de energia elétrica no abastecimento de água, através das faturas mensais das seguintes instalações: (i) Estações de Bombeamento de Água Bruta (captação), (ii) Estações de Tratamento de Água (tratamento), (iii) Estações de Bombeamento de Água Tratada (distribuição), e (iv) Escritório de Administração de cada instalação. Da mesma forma, o autor (*op. cit.*) calculou o consumo de energia elétrica para a coleta e tratamento de esgotos, referentes a: (i) Estação de Bombeamento de Esgotos, (ii) Estação de Tratamento de Esgotos, e (iii) Administração, caso já não esteja contabilizada no consumo de água.

No cálculo do consumo de energia, conforme abordado no item 4.1.1, não será contabilizada, como impacto ambiental, a geração de energia por fontes renováveis, as quais são, conforme WWF (2006a), as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), eólica, biomassa e solar. Os dados da média de produção correspondente à área de terra produtiva para as demais fontes de energia, consumida em um ano, constam no item 3.2.2, tabela 2, elaborado por Wackernagel e Rees (1996).

Para a subcategoria de resíduos sólidos será utilizada a referência de Dias (2002), o qual realizou o cálculo dos resíduos sólidos para o Distrito Federal. Segundo Dias (2002), deve-se estar ciente de que alguns moradores ainda despejam lixo nas vias públicas e em terrenos baldios, porém os valores computados são aqueles da coleta de lixo municipal. Apesar de se saber que, nos lixões ocorrem outros tipos de emissões de compostos químicos, cujos efeitos não são totalmente conhecidos, o autor (*op. cit.*) calcula o impacto ambiental dos resíduos sólidos através das emissões de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, decorrentes da decomposição.

A média de emissão é apresentada por DeCicco *et al*<sup>8</sup> (1991, *apud* Dias, 2002, p. 149), para quem cada 3kg de lixo produz 1kg de CO<sub>2</sub>. No cálculo de CH<sub>4</sub>, considera-se o dado do EPA<sup>9</sup> (1995, *apud* Dias, 2002, p. 149), onde as emissões de gases provenientes de lixões são compostas por 50% de gás carbônico e 50% de metano. Dias (2002) multiplica por 2 o valor encontrado de CO<sub>2</sub> para representar o impacto causado pelo metano.

Porém, Lenzen e Murray (2001), em estudo realizado para a Austrália, sugerem que o cálculo das emissões de outros gases, além do CO<sub>2</sub>, deve ser convertido em CO<sub>2</sub> equivalente, através do potencial de aquecimento global; no caso do metano, este potencial é 21 vezes o potencial do CO<sub>2</sub>. Portanto, 50% do valor representarão as emissões de CO<sub>2</sub>, e os demais 50% serão multiplicados por 21, para representar o equivalente, em CO<sub>2</sub>, do impacto do metano na atmosfera. A determinação da área necessária para absorver o gás carbônico, é realizada através da relação apresentada por Wackernagel e Rees (1996), onde 1 hectare de floresta absorve 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Sugere-se, para o cálculo da área 'construída', a contabilização da metragem quadrada ocupada pelas instalações de água e esgoto. Para o lixo seco e orgânico, será considerada a área de ocupação em aterro sanitário, conforme se verá a seguir.

---

8 DECICCO, J. M. et al. *The CO<sub>2</sub> diet for a greenhouse planet: assessing individual actions for slowing global warming*. In: VINE et al (eds.) **Energy-Efficient and the environment**. American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, D.C., 1991. p.121-144.

Santos e Girardi (2007) calculam a área necessária de aterro sanitário, para determinada quantidade de resíduo sólido urbano. Os autores (*op. cit.*) consideram que o peso específico ( $P_e$ ) do lixo compactado é de  $700\text{kg/m}^3$ , a partir da referência de Haddad<sup>10</sup> (1994, *apud* Santos; Girardi, 2007). Portanto, divide-se a quantidade de lixo produzida, em determinado ano, pelo valor do peso específico, e obtêm-se o volume de lixo produzido no ano. Santos e Girardi (2007) consideram uma altura máxima ( $h$ ) de 6 metros, na qual o lixo pode ser empilhado; desta forma, os autores (*op. cit.*) dividem o volume pela altura e obtêm a área mínima para um aterro sanitário comportar aquela quantidade de lixo.

A separação dos dados em lixo seco e orgânico somente será possível caso o município faça esta separação. Caso contrário, contabiliza-se o lixo como um todo, até que se mude esta situação. Não serão contabilizados, separadamente, os caminhões que fazem a coleta do lixo, pois estes estão inseridos na categoria de 'transporte'.

#### 4.1.2.4 Ambiente construído

Segundo Palsule (2004), as edificações de uma cidade sustentável devem promover eficiência energética, potencializar a iluminação e ventilação natural; os projetos devem ter escala humana e serem baseados em inspirações artísticas e na arquitetura orgânica. Christopher Alexander *et al* (1977) sugerem que, em área urbana, os edifícios residenciais não devem ter mais do que quatro andares. Segundo Alexander *et al* (1977), os prédios altos causam desordem psicológica e alienação social, afetando a saúde e a qualidade de vida das pessoas.

Para Lyle (1994), nas cidades regenerativas do futuro, as edificações serão elementos na paisagem, proporcionarão uma melhor interação entre as pessoas e um senso de comunidade; serão próximas o suficiente para evitar o desperdício de terra e minimizar a circulação em vias, mas distante o bastante para permitir a iluminação do sol e a circulação do ar; refletirão o clima, a paisagem e a topografia local; as coberturas serão produtivas; o projeto permitirá ventilação cruzada e maior uso da iluminação natural; os usos serão mistos.

---

9 EPA. *Landfill air pollution emissions*. In: **AP-42 Compilation of emissions factors**. New York, 1 jan. 1995. p.1.

10 HADDAD, J. F. Projeto de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e especiais. Indicadores operacionais. Análise de projeto para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 10p. (ABES)

Com base nestas referências podem ser traçadas as seguintes diretrizes mais sustentáveis para a **categoria ambiente construído**, com ênfase nas edificações:

- (i) promover eficiência energética,
- (ii) potencializar a iluminação e ventilação natural,
- (iii) projetar em escala humana,
- (iv) refletir a cultura, o clima e a paisagem local,
- (v) possuir coberturas produtivas.

As alturas das edificações não serão abordadas diretamente, pois, além desse aspecto ser analisado nos mapas de uso do solo, os quais já fazem parte do diagnóstico sugerido pelo Ministério das Cidades, apresentado no item 3.3, este método avalia a área ocupada do solo e não o seu volume.

Wackernagel e Rees (1996) consideram, para a categoria de edificações, o consumo de recursos naturais na sua (i) construção e manutenção, e (ii) operação, conforme apresentado no item 3.2.2.1. Na ferramenta proposta será considerada somente a operação, pois a escolha dos materiais para a sua construção não é influenciada pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Esta categoria será dividida em duas zonas: (i) urbana, e (ii) rural, conforme quadro 6. Será considerada como zona urbana a área de maior densidade demográfica e de edificações. As demais áreas, rarefeitas, são consideradas as zonas rurais. Nesta categoria, são preenchidas as colunas de 'energia', 'construída' e 'cultivo', descritas a seguir.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Impacto reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Construída	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>A. Construído</b>						
	urbana						
	rural						

Quadro 6: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental - categoria ambiente construído

Wackernagel e Rees (1996) consideram, em seu exemplo de cálculo, a área de parques como degradada (ver item 3.2.2.2), incluída na coluna de área 'construída'. Porém, a pesquisadora compreende que as áreas de parques e praças contribuem para a sustentabilidade das cidades, e devem ser discretizadas, consideradas como determinando

menor impacto ambiental. Haberl, Erb e Krausmann (2001) consideram como área degradada do ambiente construído somente as edificações e as vias. Além disso, nesta categoria, é necessário descontar os valores de área construída das categorias de 'transporte' e 'saneamento', para não haver a duplicação de contagem.

No caso da zona rural, como é uma área destinada prioritariamente à produção primária e não apresenta uma área intensiva de edificações, sugere-se somente a computação, na coluna 'construída', da área de edificações maiores que 500m<sup>2</sup>, pois, neste caso, se considera insignificante a área de pequenas edificações. Além destas, sugere-se o cômputo de áreas que tenham comprovada contaminação por resíduo tóxico, que representam, então, impacto ambiental.

As áreas destinadas ao cultivo de alimentos já estão contempladas na categoria 'alimentação', assim como as vias na categoria 'transporte', e o espaço dos resíduos na categoria 'saneamento'. Porém, na zona rural, pode haver, também, área destinada à silvicultura, as quais serão contabilizadas na coluna 'áreas de cultivo' desta subcategoria.

#### 4.1.2.5 Áreas verdes

Com base na análise da literatura de referência da presente pesquisa, considerou-se necessária a inserção de um item que aborde especificamente as áreas verdes. A seguir, será verificada a sua importância, e a sua forma de contribuição para a ferramenta.

Palsule (2004) aponta que uma das mudanças necessárias para que as cidades se tornem sustentáveis é a conservação de áreas verdes e corredores ecológicos no meio urbano. Sassi (2006) afirma que o contato com o meio ambiente é benéfico para a saúde, no nível consciente e inconsciente, e traz benefícios psicológicos. Alexander *et al* (1977) comentam que os seres humanos são geneticamente programados para habitarem ambientes naturais, porém nós aprendemos a nos adaptar ao ambiente urbano. Segundo Alexander *et al* (1977), para restabelecer esta conexão, é necessário a implantação de "dedos verdes". São como corredores ecológicos, que se inserem no meio urbano, promovendo habitat para a fauna urbana, equilíbrio do micro clima local e maior qualidade de vida para a comunidade.

Para Mascaró (2004, p.65), a vegetação no espaço urbano proporciona condições de sombra e frescor, reduzindo o consumo de energia ao longo do período quente, pois contribui "para o controle da radiação solar, temperatura e umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar." De acordo com Santos e Teixeira (2001), a

arborização das vias públicas possui ação purificadora da composição atmosférica, promove o equilíbrio e conforto ambiental, além da satisfação psicológica do ser humano. Em Mascaró e Mascaró (2002), a vegetação inserida na estrutura urbana também contribui para a conservação da água, redução da erosão, promoção da biodiversidade, e serve de complementação alimentícia e fonte de remédios para as populações carentes.

Lyle (1994) propõe que haja uma rede de florestas urbanas, conectadas com as reservas naturais ao redor da cidade, com diversidade de espécies de árvores de várias alturas, promovendo um filtro natural e re-integrando animais à cidade. Pois, segundo o autor (*op. cit.*), as reservas possuem um papel essencial na sustentabilidade do planeta; elas são as bases de todos os ecossistemas. Para Richard Register (1987), é necessário proporcionar extensas áreas verdes para as espécies naturais se desenvolverem, respeitar a capacidade regenerativa do meio ambiente, recuperar as áreas degradadas e os cursos naturais, e valorizar a bio-região.

Assim, podem ser traçadas as seguintes diretrizes mais sustentáveis para a **categoria áreas verdes**:

- (i) implementar corredores ecológicos no meio urbano,
- (ii) promover arborização nas vias públicas,
- (iii) promover habitat para a fauna urbana,
- (iv) preservar reservas naturais ao redor da cidade,
- (v) recuperar as áreas degradadas e os cursos naturais,
- (vi) manter a biodiversidade e valorizar a bio-região.

As referências abordam a necessidade da integração das áreas verdes na cidade, principalmente na zona urbana, onde a vegetação é bastante reduzida. Conforme apresentado no item 3.2.1, a Comissão Brundtland propõe que, ao menos, 12% da área de terras do planeta devem ser preservadas, servindo, tanto para seqüestro de carbono, como para a promoção do habitat das demais espécies, de forma a manter em equilíbrio os ecossistemas que nos sustentam. Portanto, cada município deveria manter preservado, no mínimo, esta quantia.

Quando se faz referência às áreas verdes, estas não são consideradas como categoria de uso, nem como área de terra correspondente, mas sim como uma área a ser preservada,

intocada, necessária para a própria sobrevivência humana. Portanto, a ferramenta apresentará, separadamente, o que significa a preservação de 12% da área do município por habitante, e, para fazer a comparação, será colocado quanto efetivamente é legalmente preservado na área pública, através de reservas, corredores ecológicos e áreas de preservação permanente, as quais são, no mínimo, as áreas determinadas pelo Código Florestal, Lei 4.771/65 (MEDAUAR, 2003).

Porém, como, geralmente, as áreas de preservação se localizam no meio rural, deixando escassa a área vegetada no meio urbano, será feita a diferenciação das áreas rural e urbana e seus respectivos habitantes. Além disso, para que haja um incentivo a que as áreas verdes no meio urbano não sejam concentradas somente em praças e parques, será avaliada a metragem quadrada, por habitante, de arborização das vias públicas urbanas (quadro 7). O diâmetro das copas das árvores será classificado, conforme Mascaró e Mascaró (2002, p.158): (i) Porte pequeno: menor que 4 metros; (ii) Porte médio: entre 4 e 6 metros; e (iii) Porte grande: maior que 6 metros. O quadro 7 apresenta a forma de abordagem sobre as áreas verdes.

<b>Área Verde</b>	<b>(ha/hab.)</b>
Área a ser preservada (12%)	
Área natural protegida zona rural	
Área natural protegida zona urbana	
Arborização de vias zona urbana	

Quadro 7: ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental - área verde



## 4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

A primeira proposta da **ferramenta preliminar** de avaliação foi elaborada por meio das referências sobre sustentabilidade, elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, e por um conjunto de diferentes autores, baseados no método original da Pegada Ecológica de Wackernagel e Rees (1996). A ferramenta preliminar de avaliação da sustentabilidade ambiental buscou apontar os impactos ambientais, e discretizar as formas de planejamento que contribuem para a sustentabilidade nas cidades.

Salienta-se que, as propostas elaboradas no capítulo 4 serão avaliadas no capítulo 5 pelos especialistas, e verificadas na aplicação ao objeto empírico no capítulo 6. Portanto, ao longo do desenvolvimento do trabalho, haverá modificações ao que foi proposto na ferramenta preliminar.

De qualquer forma, algumas percepções já são possíveis de constatar. Observa-se que as categorias estão conectadas, as diretrizes mais sustentáveis apresentadas em cada categoria influenciam as demais. Portanto, por mais que a ferramenta categorize, para facilitar a inserção dos dados e o cálculo, é fundamental que se tenha uma visão sistêmica do município na análise dos resultados.

É preciso, também, estar ciente de que a ferramenta tem as suas limitações. Wackernagel e Rees (1996) afirmam que a Pegada Ecológica - que serve de base para a presente ferramenta - é uma simplificação da realidade; que seria muito complexo inserir todas as interações existentes, inclusive porque muitas delas ainda não são totalmente compreendidas pela ciência. Isto significa que a Pegada Ecológica, assim como a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, subestima o real impacto do homem na natureza.

Finalmente, os resultados da ferramenta de avaliação também podem guiar outras políticas públicas, além do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Mesmo que ela seja desenvolvida com o objetivo de guiar o planejamento urbano, os dados coletados fornecem subsídios para discussões específicas de cada categoria e das legislações a elas pertinentes.

## 5 FERRAMENTA APLICÁVEL: DISCUSSÃO COM ESPECIALISTAS

Concluído o primeiro ciclo de aprendizagem, baseado em referências bibliográficas, iniciou-se o segundo ciclo, denominado ‘**imaginação**’, que possibilitou criar novas idéias, baseadas nas experiências dos especialistas, para a reformulação e validação da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental.

A escolha dos especialistas foi baseada, primeiramente, na premissa de que todos compartilhassem a compreensão da sustentabilidade, como princípio orientador de qualquer atividade. A partir disto, foram selecionadas pessoas conhecidas, profissionais e acadêmicos, com comprovada experiência na área de planejamento urbano e regional, os quais possuíam uma visão sistêmica da cidade.

Conforme a figura 14, abaixo, esta etapa inicia por consultas individuais. Assim, cada especialista teve o tempo necessário para compreender e se expressar sobre a ferramenta preliminar. A pesquisadora elaborou uma apresentação padrão, que foi repetida para todos, contendo o desenvolvimento da pesquisa, até o início desta etapa. Para que eles pudessem avaliar o resultado das suas intervenções, houve uma consulta, com a presença de todos, e, em consenso, foi definida a ferramenta que seria aplicada no objeto empírico, denominada **ferramenta aplicável**.



Figura 14: organograma do delineamento da formulação da **ferramenta aplicável**

## 5.1 CONSULTAS INDIVIDUAIS

Foram convidados, no total, oito especialistas, sendo que apenas quatro tiveram disponibilidade e aceitaram participar da pesquisa. As consultas individuais aconteceram no mês de maio de 2008. A apresentação realizada pela pesquisadora visava contextualizar a pesquisa, por meio de suas justificativas, objetivos e procedimentos metodológicos, para, finalmente, detalhar o primeiro ciclo de aprendizado, denominado “**investigação**”, composto pela etapa de compreensão do processo, para elaboração da ferramenta preliminar. O especialista podia intervir em qualquer momento da apresentação. Cada encontro teve a duração de 2 a 3 horas, tendo sido realizados na sala térrea do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), situado no Campus Centro, da UFRGS. As consultas foram gravadas, com a anuência dos especialistas, para auxiliar na descrição das intervenções feitas.

Na tabela 6, estão apresentadas as especialidades dos convidados e o tempo de experiência, e, em seguida, são descritas as intervenções dos especialistas, referentes a alterações na **ferramenta preliminar**. As questões que não foram mencionadas demonstram que houve concordância com a proposta da **ferramenta preliminar**, e, portanto, estas serão mantidas na **ferramenta aplicável**.

Tabela 6: atividade e tempo de experiência dos especialistas

ESPECIALISTA	ATIVIDADE DE EXPERIÊNCIA	TEMPO DE EXPERIÊNCIA
A	Planejamento Urbano	48 anos
B	Planejamento Urbano e Regional	31 anos
C	Planejamento Urbano e Regional	6 anos
D	Planejamento Regional	4 anos

### 5.1.1 Especialista A

O especialista ‘A’, com relação à zona rural da categoria Ambiente Construído, sugeriu que, ao invés de se considerar a área de terra correspondente à área construída somente para

aquelas edificações maiores de 500m<sup>2</sup>, seja verificado, *in loco*, a média da metragem quadrada das edificações nessa zona, para, então, estabelecer um parâmetro de avaliação.

O especialista sugere, também, que seja suprimida a última linha do quadro 7, referente à arborização das vias públicas urbanas. Segundo o mesmo, a arborização é, de maneira geral, nas cidades gaúchas, muito deficiente. As áreas verdes urbanas estão muito degradadas, e a vegetação que ali sobrevive fica deformada, além de estragarem o piso; portanto, a sua contribuição como área verde é mínima. O que deveria haver é um Plano Diretor de arborização, para que sejam definidas quais são as espécies mais adequadas, para que haja um controle. Além disso, é preciso, também, que haja uma valorização da arborização privada.

### **5.1.2 Especialista B**

O especialista 'B' fez referência à Agenda 21, no que concerne ao acesso à terra urbana, como princípio fundamental do direito do homem. Destacou a importância de o município propiciar lotes com infra-estrutura adequada para a população de baixa renda na zona urbana, de forma a que estas populações não sejam marginalizadas, nas beiras dos rios, nas beiras de estradas, ocupando áreas de risco e de proteção ambiental. A partir desta intervenção, verificou-se que uma forma de contemplá-la, visto que esta ferramenta aborda a dimensão ambiental da sustentabilidade, seria a de verificar se as áreas naturais protegidas da zona urbana e rural (item 4.1.2.5), quadro 7, estão realmente protegidas. Estas áreas, que porventura, estiverem indevidamente ocupadas, não entrarão no cômputo das áreas naturais protegidas, e serão consideradas como uma linha a mais no quadro 7, denominada "área natural indevidamente ocupada". Essa seria uma maneira de, tanto averiguar a proteção das áreas, quanto denunciar a exclusão social e falta de acesso à terra, caso ocorra.

Na categoria de saneamento, o especialista sugeriu uma modificação para a coluna de energia do lixo (seco e orgânico), caso haja a queima do metano no aterro sanitário, para geração de energia elétrica. O especialista sugere que, da quantidade de metano emitida (considerada como 50% das emissões), a quantidade de emissão de gás carbônico equivalente, através da multiplicação por 21, deva ser descontado do cálculo de impacto ambiental, em havendo tal produção de energia.

Finalmente, o especialista 'B' complementa a intervenção do especialista 'A', quando sugere que seja considerada como área de terra correspondente à área construída do meio rural, na categoria do ambiente construído, apenas aquelas edificações maiores que 300m<sup>2</sup>.

Justifica que esta metragem quadrada representa a média do tamanho dos lotes na área urbana no Rio Grande do Sul. Ou seja, as edificações no meio rural que ultrapassem a área de um lote na zona urbana, devem ser contabilizadas.

### 5.1.3 Especialista C

O especialista 'C' abordou a importância de considerar a taxa de permeabilidade dos lotes urbanos, uma porcentagem do lote, determinada pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, que deve ser mantida permeável. Pondera que as pessoas devem ser incentivadas a preservar a vegetação existente e a cultivarem hortas e pomares nos seus pátios, pois, contribuem para reduzir os alagamentos e para propiciar a absorção da água pelo solo e lençol freático. Para tanto, foi sugerido que, na categoria do ambiente construído, da mesma forma como as áreas de praças e parques são consideradas como redução de impacto ambiental da área construída da zona urbana, deveria também ser assim considerada a área mantida permeável nos lotes. Assim, é reforçada a colocação do especialista 'A', de que haja uma valorização da arborização privada.

A área de terra ecologicamente produtiva, correspondente à denominada 'construída', contempla as áreas ocupadas por edificações, estacionamentos coletivos, pavimentos e áreas contaminadas. Sendo estas últimas não exatamente áreas 'construídas', é sugerido que ela passe a ser designada 'urbanizada'. Segundo o especialista, uma área urbanizada engloba todas estas atividades descritas, que podem existir tanto na zona urbana como na rural.

Outra consideração feita foi com relação à porcentagem de área natural a ser preservada, representada no quadro 7. Como apresentado na ferramenta preliminar, considerou-se 12% de área de terra a ser preservada, conforme a Comissão Brundtland, restando 88% para uso do homem. Porém, segundo o especialista, em municípios de pequeno porte, esta área preservada corresponde, em média, de 30 a 40% da área do município, sendo superior àquela sugerida. Assim, propõe-se que se mantenham os 12%, como área mínima protegida, deixando flexível este valor para aumentá-lo, caso o município possua grandes áreas representativas de ambiente natural, que estejam legalmente preservadas.

Por fim, o especialista 'C', alertou que esta ferramenta deve ser simples, para que seja facilmente utilizada pelas prefeituras. Na etapa de aplicação da ferramenta no objeto empírico, ou seja, em um município de pequeno porte, será possível avaliar o nível de complexidade de coleta e inserção dos dados e, em função disso, a ferramenta poderá ser modificada.

### 5.1.4 Especialista D

Para o especialista 'D', o preenchimento da coluna 'construída', da categoria de transporte, em que se contabilizam, como impacto ambiental, somente as vias asfaltadas e concretadas, deve ser revisto, mas considera importante fazer esta discriminação quanto à permeabilidade. Segundo o especialista, é possível que algum pavimento, aparentemente permeável, tenha o seu contrapiso compactado, obtendo um índice de absorção muito pequeno. Portanto, foi sugerido que sejam consideradas como fator de redução de impacto ambiental somente as vias de paralelepípedo e as não pavimentadas.

Seguindo o princípio de que as práticas que contribuem para uma maior sustentabilidade são consideradas como redução de impacto ambiental, o especialista sugere que, na categoria do ambiente construído, seja inserida, na coluna 'redução', a metragem quadrada do passeio público. Isto por ele promover um uso para a comunidade, valorizando a escala humana e dando segurança ao pedestre, além de ser o espaço para a passagem das redes de infra-estrutura e para a arborização urbana. De acordo com Rogers (2001), a interação social entre vizinhos, o senso de comunidade, é inversamente proporcional à quantidade de trânsito. Ou seja, a valorização do passeio público, relacionado com uma diversidade de usos que permitam o deslocamento a pé, além de reduzir o uso de combustíveis para o deslocamento, por meio de veículos, propicia uma melhor integração na comunidade e traz vitalidade à cidade.

Com relação à última linha do quadro 7, referente à arborização das vias públicas urbanas, passível de supressão segundo o especialista 'A', esta foi destacada pelo especialista 'D', como uma área verde a ser inserida como redução de impacto, na categoria do ambiente construído. Porém, como se acabou de expor, a área de passeio público, composta pela área destinada ao pedestre, infra-estrutura e arborização, já é assim considerada nesta categoria. Concluí-se, portanto, que a área de arborização das vias urbanas já está inserida na área do passeio público. Caso contrário, haveria a duplicação de contagem.

O especialista concluiu que, para um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano mais sustentável ser realizado na prática, é preciso, também: atuar na educação ambiental, direcionar e propiciar incentivos para as boas práticas da comunidade, justificar o motivo das estratégias implementadas, para que sejam compreendidas e respeitadas, dar instrumentos para a fiscalização e aplicar multas para as irregularidades.

## 5.2 CONSULTA COLETIVA

A consulta coletiva foi realizada no dia 09 de junho de 2008, no NORIE/UFRGS. Na consulta, que teve a duração de duas horas, participaram três dos especialistas que haviam participado das consultas individuais. O especialista 'D', após confirmação, não pôde estar presente devido a um compromisso imprevisto. Além destes, estiveram presentes o orientador e a colaboradora da pesquisa. A consulta foi gravada em um gravador, para auxiliar na descrição das manifestações feitas, tendo sido esclarecido que qualquer um podia intervir em qualquer parte da explanação.

Este foi o momento de revisão de todo o processo de desenvolvimento da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental. A pesquisadora fez uma breve apresentação, pois entendia que todos já estavam cientes da proposta de pesquisa. Na introdução, foram apresentadas as delimitações e limitações da pesquisa, lembrando que a ferramenta tem suas restrições e não pretende ser o único instrumento para a elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano. Em seguida, foram apresentadas a metodologia, estratégia e etapas da pesquisa, de forma a situar aquele momento no todo da pesquisa. A partir dessa introdução, foi apresentada a **ferramenta aplicável**, desenvolvida por meio das consultas individuais, a qual estaria em discussão naquele momento. Para tanto, cada categoria foi detalhada, mostrando quais os dados que seriam inseridos na ferramenta. As modificações entre a **ferramenta preliminar** e a **aplicável** foram evidenciadas, para que se facilitasse a análise das alterações feitas.

Na categoria de transporte, houve dúvida com relação à sugestão feita por um especialista, para que fossem inseridas como redução de impacto, na coluna denominada urbanizada, no referente às vias, somente aquelas de paralelepípedo e as vias sem pavimentos, considerando-as permeáveis. Foi questionado se, realmente, não deveriam ser avaliados outros pavimentos alternativos, que podem ser igualmente permeáveis, para não se limitar ao paralelepípedo e às vias sem pavimentação. Esta proposta havia sido sugerida pelo especialista 'D', que não pôde estar presente na consulta coletiva. Assim, a pesquisadora levantou o argumento feito pelo especialista 'D', referente não só ao tipo de pavimento, mas à compactação do solo, pois ambos interferem na taxa de permeabilidade das vias. Dessa forma, serão considerados o paralelepípedo e as vias sem pavimentação, como permeáveis (na coluna 'redução'); o asfalto e o concreto, como impermeáveis (na coluna 'urbanizada'), e caso haja a existência de outro tipo de pavimentação no município, será necessário verificar a sua permeabilidade, por meio do pavimento utilizado e a compactação do solo.

Na categoria do ambiente construído, na zona urbana, foi sugerido que, da mesma forma que as áreas de praças, parques, a área permeável dos lotes e do passeio público sejam inseridas como redução de impacto - avaliadas como características de uma cidade que contribuem para a sua sustentabilidade. Deve-se, também, considerar desta forma a área de coberturas verdes, pois esta também é uma área permeável do lote, além de oferecer outras vantagens, como por exemplo, a possibilidade de ser produtiva.

Foi questionado, ainda, no tocante à zona urbana, da categoria do ambiente construído, se todos os passeios públicos deveriam, realmente, ser preenchidos na coluna 'redução', pois há muitos passeios em condições precárias e sem arborização. O especialista 'D', na consulta individual, havia feito esta proposta para os passeios públicos, por incentivar a caminhada, porém não foi feita uma distinção entre os mesmos. Assim, propõe-se que sejam de 'redução de impacto ambiental' somente os passeios públicos adequados, ou seja, os que possuam, no mínimo, pavimentação e arborização.

A partir dessas considerações pontuais, sobre os dados a serem inseridos na ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental, iniciou-se uma reflexão conjunta sobre aspectos conceituais da ferramenta de base a esta pesquisa, a Pegada Ecológica. A discussão se estendeu a assuntos que, inclusive, ultrapassam a delimitação da presente pesquisa.

Foi levantada a questão da alimentação: como é a forma de cultivo destas áreas? Quantidades consideráveis de agrotóxicos podem ser aplicadas em uma área produtiva, de área equivalente às de cultivo orgânico, porém diferentemente destas últimas, contaminando o lençol freático e as águas superficiais. Portanto, deveria haver uma valoração diferenciada, que avalie os impactos resultantes do uso de agrotóxicos.

Conforme visto na tabela 1, do item 3.2.1, já há uma previsão de redução da disponibilidade de terra produtiva ao longo do século XXI, em função do aumento populacional. Se for considerado nesta previsão que mais áreas serão degradadas, pelo uso dos agrotóxicos, por exemplo, a quantidade de terra ecologicamente produtiva disponível será menor ainda.

Em uma estação de tratamento de esgoto, há a geração de dióxido de carbono e metano: de que forma isto poderia ser contabilizado? Na produção animal, há o esgoto, os resíduos dos animais, que também geram metano e dióxido de carbono, além da geração desses gases pela flatulência dos animais: como isto poderia ser considerado na categoria de alimentos da Pegada Ecológica?



Existe alguma diferença, por exemplo, entre uma cobertura verde, que se mantém verde, daquela que é produtiva? Será que uma cobertura produtiva poderia diminuir a Pegada Ecológica? De que forma fazer esta diferenciação?

Será que a Pegada Ecológica não poderia assumir valores negativos? Será que os países que, através da exportação, suprem o déficit ecológico de outros, não teriam que contabilizar um crédito? Como seria contabilizada a área de um município que, após suprir a demanda de seus habitantes, exporta o excedente? Não haveria uma diminuição da sua Pegada Ecológica? Porém, foi observado que uma Pegada Ecológica negativa não deve incentivar práticas insustentáveis, independente do eventual “crédito” a que possa fazer juz.

A absorção de dióxido de carbono pelas florestas também foi discutida. As árvores e os troncos que caem decompõem-se, e se não houver o manejo, se essa biomassa não for recolhida, gera metano e dióxido de carbono: como contabilizar? Qual seria o potencial máximo de absorção de gás carbônico, caso não houvesse o apodrecimento destes galhos, que caem onde não há o manejo? E quanto às emissões de gás carbônico, por meio do processo de produção do álcool pela cana-de-açúcar? Há um excedente? Ou a emissão é compensada pela absorção de gás carbônico realizada durante a fase de crescimento da planta?

Reforçando o que foi apresentado nos capítulos 1.1, 1.4 e 3.4, referentes à justificativa, delimitações e discussão da pesquisa respectivamente, também foi observado, pelos especialistas, que esta é uma ferramenta a que aborda somente a dimensão ambiental da sustentabilidade, em que foi necessária a categorização para facilitar a compreensão e inserção dos dados. Foi frisado que, para qualquer tomada de decisão, esta ferramenta não pode ser vista de forma isolada.

Assim, na finalização da etapa de diagnóstico do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, em que se levantam dados sobre território, uso do solo, população, economia, infraestrutura e, neste caso, insere-se a sustentabilidade ambiental, é preciso que haja uma etapa de conexão entre os levantamentos realizados, para compatibilizá-los, da forma mais equilibrada possível, e com a participação da comunidade local. Esta forma equilibrada remete às dimensões básicas da sustentabilidade: ambiental, social e econômica, sem que uma se sobressaia à outra, e preservando o sistema de suporte à vida. Mas houve a indagação sobre como irá se cobrar respeito ao meio ambiente das pessoas carentes, enquanto elas mesmas, enquanto seres humanos, não possuem as condições básicas mínimas supridas.

Tais questionamentos foram mencionados como reflexões sobre vários aspectos que envolvem, principalmente, a concepção da Pegada Ecológica, a qual serviu de base para a ferramenta da presente pesquisa, mas foi colocado que não se espera respondê-los neste trabalho. É importante que estas preocupações estejam presentes ao longo do desenvolvimento da pesquisa, e sirvam de indicativos para estudos futuros.

As manifestações dos especialistas se estenderam a discussões sobre o estado atual do mundo. Vive-se em uma época em que o desenvolvimento econômico é visto como prioridade, causando o desequilíbrio, ou seja, impactos sociais e ambientais. Esta pressão do poder econômico acaba possibilitando que atividades altamente impactantes sejam realizadas através de compensações ambientais. Mas de quê adiantam as compensações se já houve o crime ambiental? É uma forma de se autorizar o crime, desde que se tenha como pagar por ele? O meio ambiente tem preço? Assim, continua-se a atuar de maneira equivocada, ao invés de se mudar a forma de atuação, desde o princípio. No final do item 3.1.1 é apresentada a visão da sustentabilidade pela pesquisadora, com base nas referências levantadas, e foi colocado que todas as ações humanas devem avaliar o seu grau de interferência no meio, e isto significa que, mesmo que se consiga reduzir o impacto, há ações que não devem ser realizadas, pois alteram o sistema natural.

Por fim, foi enfatizada a importância de se ter uma visão holística da cidade, de todas as atividades humanas, havendo, portanto, a necessidade de as próprias pessoas se adaptarem a um processo ecológico de vida.

### 5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS CONSULTAS

Em alguns momentos das consultas individuais, quando oportuno, a pesquisadora colocava em discussão as intervenções dos especialistas previamente consultados, a fim de verificar se havia concordância. Estas observações fizeram com que um especialista complementasse os comentários do outro, o que contribuiu para a pesquisa.

Esta etapa de consulta a especialistas foi considerada muito produtiva pela pesquisadora. Tanto pelo contato com as pessoas, propiciando um momento interativo de diálogo na pesquisa, quanto pelo aprendizado resultante das trocas das diferentes experiências acadêmicas e profissionais.

A consulta coletiva, por se tratar de um momento de encontro entre os especialistas, propiciou que as discussões fossem além do objetivo da própria pesquisa. Mas cabem, aqui, algumas observações da pesquisadora, quanto aos assuntos referentes a esta pesquisa.

A maioria das reflexões sobre a Pegada Ecológica original tratou das emissões de gás carbônico. Utilizando como exemplo o questionamento sobre a emissão de gás carbônico, no processo de produção do álcool, foram verificadas as seguintes referências: de acordo com Ometto, Mangabeira e Hott (2005, p.2298), “o potencial da contribuição da cana-de-açúcar para aquecimento global não inclui o gás carbônico emitido pela queima de cana, devido à absorção desta quantidade emitida durante o crescimento da planta, pela fotossíntese.” Porém, os autores (*op. cit.*) avaliam outros impactos causados pela queima da cana-de-açúcar, como a formação do ozônio troposférico, acidificação e toxicidade humana. Para Rodrigues e Ortiz (2006), a produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil, causa ainda outros impactos: as condições precárias de trabalho; a perda de habitat e impactos relevantes sobre a biodiversidade; contaminação dos solos e dos recursos hídricos pelo uso de fertilizantes, defensivos agrícolas e pela disposição inadequada do vinhoto; o impacto na saúde das populações vizinhas, devido a emissões atmosféricas decorrentes da realização das queimadas, entre outros.

As referências acima mostram que, neste caso, há um equilíbrio entre a emissão e absorção de gás carbônico, mas há vários outros impactos que poderiam ser avaliados, inclusive impactos sociais. É neste momento que se retoma a referência original da Pegada Ecológica, de Wackernagel e Rees (1996), para verificar: qual é o limite de avaliação?

Conforme colocado no item 4.2, de acordo com estes autores, a Pegada Ecológica é uma simplificação da realidade, não apresentando todas as interações possíveis. E, mesmo

simplificada, já apresenta desafios e serve de guia para ações mais responsáveis. Segundo os autores (*op. cit*), é uma ferramenta didática; a sua simplificação também serve para facilitar a compreensão e difusão da mesma. Para Chambers, Simmons e Wackernagel (2000), a Pegada Ecológica subestima o real impacto e exagera a biocapacidade existente no planeta.

Compreende-se que as reflexões feitas estimulam a constante revisão dos conceitos que formulam a própria Pegada Ecológica. As críticas visam à atualização e melhoria do processo de cálculo, para que se tenha métodos de avaliação de impactos ambientais mais eficientes. A presente pesquisa alterou e excluiu categorias, inseriu a categoria de saneamento, alterou a estrutura do cálculo e a inserção de dados. As modificações realizadas têm como objetivo adaptar a Pegada Ecológica para a sua inserção no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, para municípios de pequeno porte. A consulta a especialistas teve, justamente, a intenção de verificar, através das experiências de cada um, quais são estes limites de avaliação para a presente pesquisa.

Conclui-se que, conforme manifestação feita na consulta coletiva, não se espera responder a todos os questionamentos nesta pesquisa, mas é importante que reflexões como estas, que permeiam o desenvolvimento da pesquisa realizado até este momento, mantenham-se até o fim, sempre buscando avançar o processo.

É preciso perguntar, pois a pergunta coloca em cena a dúvida. Podemos dizer que a pergunta é a encenação, a representação própria da dúvida. E a dúvida é boa, desde que não seja transformada em certeza, quando posso me transformar, eu que penso, num cético, que tem certeza de que duvida de tudo e incorre numa contradição: a de tornar a dúvida uma certeza. A primeira forma de certeza, porém, aquela que buscamos de modo organizado, aquela que vem de um trabalho consistente com os conceitos e idéias, também precisa ser submetida ao questionamento. A verdade é, sobretudo, algo que se busca e a pergunta – que sempre nasce da dúvida, embora a dúvida nem sempre providencie perguntas – é o dispositivo de avanço do pensamento (TIBURI, 2008, p. 51)

## 6 FERRAMENTA TESTADA: APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE FELIZ

Concluído o segundo ciclo de aprendizagem, baseado na consulta aos especialistas, inicia-se o terceiro e último ciclo, denominado 'aplicação'. Esta etapa é caracterizada como a aplicação da ferramenta no objeto empírico, em um município de pequeno porte, o qual será o município de Feliz, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

A eleição do município de Feliz como objeto empírico desta pesquisa se deu a partir das seguintes considerações:

- **Facilidade de locomoção:** Feliz situa-se próximo à cidade de Porto Alegre, onde se localiza a sede do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, local em que esta pesquisa é desenvolvida;
- **Continuidade:** em Feliz já foram realizados outros projetos da mesma linha de pesquisa desse trabalho; portanto, dar-se-á continuidade aos estudos para o município;
- **Boa receptividade:** há abertura e boa receptividade da prefeitura local para a disponibilização de dados;
- **Aplicação prática:** há interesse da prefeitura em conhecer os resultados do estudo e, na medida do possível, utilizá-los como subsídio para políticas públicas locais.

Nessa etapa, a estratégia de pesquisa se assemelha a um estudo de caso. Na coleta de dados foram utilizadas, como fontes de evidência: documentos, registros em arquivos, entrevistas e observação direta (YIN, 2005). Houve considerações sobre as limitações da coleta de dados, verificando-se a necessidade de novas alterações no método. Foi elaborada uma síntese sobre os dados necessários para a coleta, além da apresentação e discussão dos resultados encontrados para o município de Feliz.

E, finalmente, houve a avaliação de todos os ciclos de aprendizagem, os quais orientaram o desenvolvimento da ferramenta (figura 15).



Figura 15: organograma do delineamento da formulação da ferramenta testada

## 6.1 O MUNICÍPIO DE FELIZ

O município de Feliz está situado no Vale do Caí, encosta inferior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, no limiar da Serra Gaúcha (figura 16). Situa-se entre dois pólos do Estado, distando 80km da capital Porto Alegre e 45km de Caxias do Sul. Possui ligações com as rodovias estaduais RS 122 e RS 240, e com a rodovia federal BR 116 (FELIZ, 2008).



Figura 16: mapa de localização do município de Feliz, no estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Adaptado de FEE, (2008)

Os limites geográficos do município de Feliz são: ao norte, as cidades de Alto Feliz, Nova Petrópolis e Vale Real; ao sul, estão as cidades de São José do Hortêncio e São Sebastião do Caí; a oeste, a cidade de Bom Princípio; e a leste, Linha Nova (FELIZ, 2007).

O município de Feliz faz parte da Associação dos Municípios do Vale do Caí (AMVARC), composta por 20 municípios, numa área de 2.012 km<sup>2</sup> e uma população estimada em 194.000 habitantes, com cerca de 75% da população vivendo em meio rural (AMVARC, 2009). Da mesma forma, o município integra o Conselho Regional de Desenvolvimento Econômico e Social do Vale do Caí (COREDE – Vale do Caí), e o Conselho de Desenvolvimento do Vale do Caí (CODEVARC), o qual tem como um dos objetivos a formulação e execução de estratégias regionais, consolidando-as em planos estratégicos de desenvolvimento regional (AMVARC, 2009).

A área do município de Feliz é de 96,23 km<sup>2</sup> ou 9.623 hectares, representando 0,0358% do Estado, 0,0171%, da Região e 0,0011%, de todo o território brasileiro (FELIZ, 2008). De acordo com dados do IBGE, para o ano de 2007, o município de Feliz possui uma população de 11.679 habitantes (IBGE, 2008). Ou seja, o município possui uma densidade demográfica de 121,3 hab/km<sup>2</sup>. A área urbana (figura 17) representa 20,4% da área do município (FELIZ, 2007). De acordo com dados do Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002), 70,5% da população vive na zona urbana, e os demais 29,5%, na zona rural. Atualmente, os descendentes de alemães totalizam 70% da população, enquanto 15% são de origem italiana e 15% descendem de outras etnias (FELIZ, 2008).

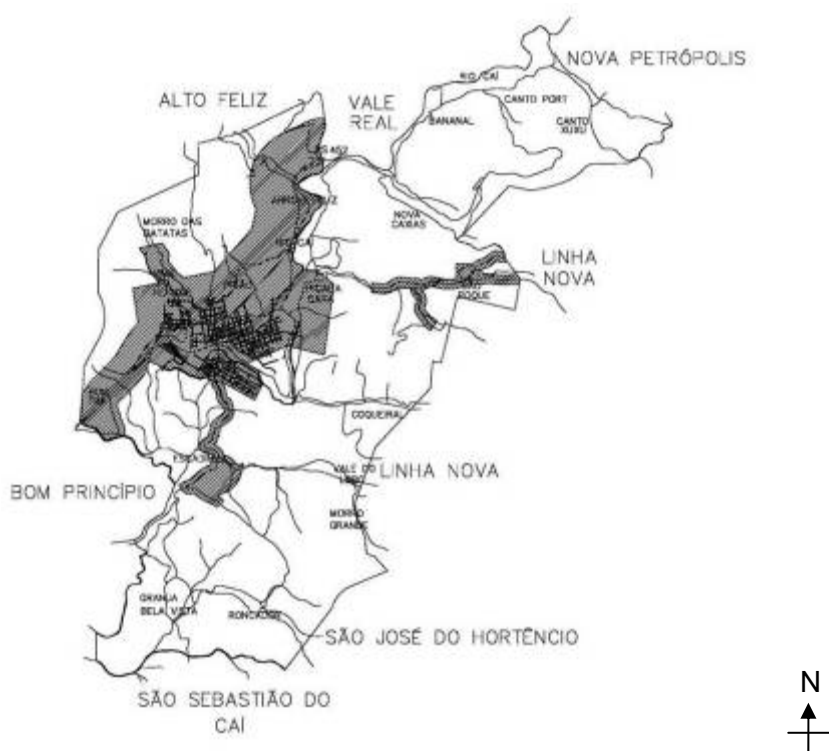


Figura 17: município de Feliz, zona urbana hachurada (FELIZ, 2007)

De acordo com Feliz (2008), na economia destaca-se a indústria, com empresas do setor metal-mecânico, calçadista e moveleiro, os quais representam 37,49% da atividade econômica. As atividades do setor primário, principalmente com o cultivo de hortigranjeiros, representam 26,15%, se somados com a avicultura e a suinocultura, sendo que a maior parte das propriedades é de agricultura familiar. O município se declara como o maior produtor do Estado de morangos e um dos pioneiros no cultivo de amora-preta. A produção de figo e goiaba também tem significativa importância. O setor de comércio representa



20,52%, e os serviços, 15,84%, complementando a economia local. O amor-perfeito é a flor-símbolo da cidade (FELIZ, 2008).

De acordo com o Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2002), são 3.548 famílias residentes em Feliz, em domicílios particulares. A porcentagem de residentes do município de Feliz que recebe até um salário mínimo mensal é de 15%; a maioria recebe entre 2 e 3 salários mínimos, representando 25%; e aqueles que recebem de 2 a 3 salários somam 12%, assim como os que recebem de 3 a 5 salários mínimos mensais.

Ainda, conforme o Censo Demográfico (IBGE, 2002), 33% dos Felizenses possui menos de 20 anos de idade; outros 33% possuem de 20 a 39 anos de idade, e 23% possui entre 40 e 59 anos de idade. Mais da metade da população residente, 53%, possui de 4 a 7 anos de estudo, 19% possuem de 8 a 10 anos de estudo, e 13% possuem de 11 a 14 anos de estudo.

A figura 18 apresenta uma vista aérea do município.



Figura 18: vista aérea do município de Feliz (FELIZ, 2007)

A legislação atualmente em vigor no município, que se aplica ao seu planejamento urbano, é o Plano Diretor de 1964 (Lei Municipal 86/64), o qual será detalhado no item 6.1.2, além do Código de Obras (Lei Municipal 618/87) e da Lei de Parcelamento do Solo (Lei Municipal 1421/01), a qual trata principalmente de projeto de loteamento.

### 6.1.1 Breve histórico

A história de Feliz teve início em 1846, com a chegada dos colonizadores alemães à região, que trouxeram consigo os seus costumes e a sua cultura. Tinham como objetivo formar uma comunidade, como aquela que deixaram na pátria longínqua com: escola, igreja e salão de baile. Eram bastante unidos e com forte espírito comunitário.

Percebemos que ainda hoje há resquícios do povo de outrora, pois os felizenses estabeleceram como prioridade o trabalho, a saúde e a educação, como forma de melhorar a sua qualidade de vida (ASSMANN, 2002, p.99).

O diretor da colônia de São Leopoldo, Dr. Hillebrand, em 1846 pediu que as terras entre o arroio Forromeco e o Rio Caí, que pertenciam ao governo imperial, fossem medidas e distribuídas aos colonos. Em 1953 já havia cerca de 90 famílias em Feliz, algumas advindas de outras colônias. “(...) Mas a maior parte dos fundadores da nova colônia eram imigrantes, vindos diretamente da Alemanha, principalmente da região do Reno” (ASSMANN, 2002, p. 20).

O nome de Feliz é atribuído a um acontecimento histórico: em 1850, uma comitiva sob o comando do engenheiro alemão Afonso Mabilde foi incumbida de abrir um caminho através da mata dos pinhais e Campo dos Bugres (Caxias do Sul) aos campos de criação de gado de Vacaria. Este grupo atravessou com uma canoa o rio das Antas, usando uma embarcação como elo de ligação com os já ocupados Campos de Vacaria, donde obtinham os mantimentos necessários. Uma enchente, no entanto, teria arrastado a canoa e o grupo de homens se viu obrigado a retornar ao sul. Depois de ficarem muitos dias errantes pelo mato, sofrendo toda a sorte de privações e perigos, finalmente teriam encontrado a casa de um colono e saudado este encontro com a exclamação: Óh feliz! Em lembrança deste fato, a nova picada recebeu o nome de “FELIZ” (Kozeritz Kalender de 1902) (ASSMANN, 2002, p. 22).

Outra versão para o nome da cidade é devido à fuga dos colonos ao ataque de uma tribo de bugres na região. Os colonos fugiram pelo rio abaixo, a favor da correnteza. “Algum tempo depois não avistaram mais os bugres, e ao chegarem na altura onde hoje se encontra a ponte de ferro, atracaram nas suas margens; um dos colonos ao saltar em terra, falou aos companheiros: ‘Aqui seremos felizes.’ ” (FELIZ, 2007). O lugar foi batizado de Picada Feliz, palavra que terminou dando o nome à cidade.

Por volta de 1875 foi construída uma estrada que ligava São Leopoldo ao norte do Estado, ligando Feliz a São Sebastião do Caí. Nessa época, deu-se início à colonização italiana, e houve um acentuado desenvolvimento, principalmente da rede de hotéis, pois havia grande circulação de viajantes e comerciantes. O transporte era feito por carretas puxadas por animais. Para atravessar o rio Caí, as carroças passavam por balsas improvisadas, isto

fazia com que, em dias de chuva, fosse necessário esperar até semanas para baixar o nível da água. Assim, tornou-se necessária a construção de uma ponte sobre o rio Caí. A ponte de ferro foi trazida da Bélgica e inaugurada em 1900 (figura 19). Esse período foi de grande desenvolvimento para a região, o qual mais tarde, com a abertura da RS 122, foi afetado pelo desvio da rota comercial (ASSMANN, 2002, p. 22).

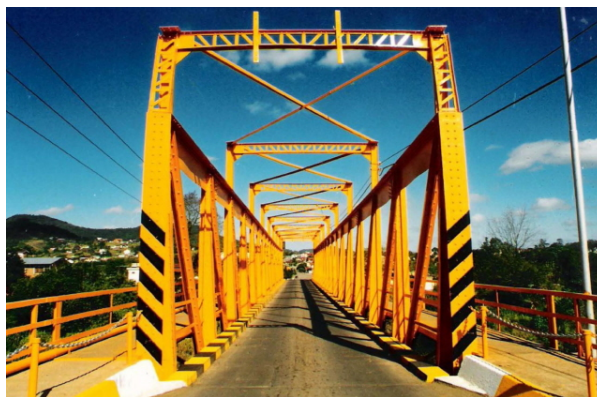


Figura 19: ponte de ferro. Fonte: Feliz (2007)

Em 22 de dezembro de 1888, a então Picada Feliz, foi elevada à condição de Vila, passando então a chamar-se “Vila Feliz”. Em 17 de fevereiro de 1959, através da Lei Estadual 3.726/1959, foi decretada a Emancipação Política do município, que passou a chamar-se “Feliz”. Em 31 de maio do mesmo ano, foi realizada a Instalação do Município. Antes da emancipação, o município pertencia a São Sebastião do Caí (FELIZ, 2008).

Um fato mais recente foi a figuração de Feliz, em 1998, como a primeira colocada no ranking dos municípios brasileiros com maior índice de desenvolvimento humano (IDH), de acordo com relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU). Conforme Assmann (2002, p.23), foi a primeira vez que o Brasil integrou o grupo dos países com alto índice de desenvolvimento humano, ocupando o 62º lugar no ranking mundial de 174 países. O IDH, criado por Mahbud ul Haq, com a colaboração de Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, tem por objetivo oferecer um contraponto ao indicador do Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento. Além de corrigir o PIB *per capita* pelo poder de compra da moeda de cada país, o IDH também leva em conta a longevidade e a educação. Segundo o Atlas Ambiental de Desenvolvimento Humano/PNUD, no ano de 2000, o IDH de Feliz, referente a renda, é de 0,738; referente a longevidade, é de 0,860; referente a educação, é de 0,918, totalizando um IDH de 0,839 (PNUD, 2008).

De acordo com Assmann (2002), em janeiro de 2002, Feliz se destacava entre os dez municípios do Brasil com o menor índice de analfabetismo. Em 2006, Feliz recebeu o título de “Município Alfabetizado”, pelo mínimo índice de analfabetismo (FELIZ, 2008). De acordo com dados do Censo Demográfico (IBGE, 2002), a taxa de alfabetismo de Feliz é de 98,2%.

### **6.1.2 Plano Diretor de 1964**

O Plano Diretor vigente do município de Feliz data de 16 de maio de 1964, conforme Lei Municipal nº86 (FELIZ, 2007, ver em anexo). Esse Plano Diretor divide a cidade em quatro zonas, nas quais são especificadas as construções que atendem às características de cada zona:

- (i) zona residencial: habitação, escritórios profissionais, atividades comerciais cotidianas, pensões, hotéis, templos religiosos, hospitais, ambulatórios e clínicas, instituições culturais, escola, associações, instituições de assistência social, consultórios e comércio varejista de até 40m<sup>2</sup>.
- (ii) zona comercial varejista: comércio varejista em geral, serviço de uso público, lavanderias, manufaturas, garagens, casas de diversões, oficinas mecânicas vinculadas a agências de automóveis, comércio atacadista e depósitos.
- (iii) zona industrial: indústrias pesadas e ruidosas, indústrias leves, depósitos de mercadorias, oficinas mecânicas e garagens, além das construções contidas na zona residencial e comercial, com exceção de hospitais.
- (iv) zona de chácaras suburbanas: habitação, templos, ambulatórios e clínicas, instituições culturais e sociais, escolas, atividades comerciais cotidianas, hospitais e casa de saúde, aviários, tambos, chácaras para atividades agrícolas, etc.

Na zona residencial é determinado um recuo mínimo de 4 metros de ajardinamento, independente do recuo de alargamento de rua, e o recuo mínimo de fundos é de 4 metros. Os recuos laterais e de fundos são determinados pelo cálculo da altura, em metros, da edificação, dividida por 2, menos 1,5. De acordo com os artigos 9º e 10º do Plano Diretor (Lei 86/1964, ver em anexo), a altura das edificações permitida é de “0,5 vezes a distância da fachada do prédio a ser construído, até o alinhamento do lote oposto (...) A altura máxima, no alinhamento previsto para o recuo de ajardinamento será de 10 metros.” (FELIZ, 2007, ver em anexo). O Plano Diretor de Feliz permite que se construa um pavimento, além das alturas dos artigos 9º e 10º, citados anteriormente, desde que possua o pavimento

térreo livre sobre pilotis. A taxa de ocupação máxima do solo, na zona residencial, é determinada em  $\frac{2}{3}$  da área do lote, sendo que a área máxima construída não pode ser superior a duas vezes a área do lote. Nesta zona os lotes devem ter uma testada mínima de 15 metros e uma área mínima de 450 metros quadrados.

Na zona comercial, a altura permitida é de uma vez a distância da fachada do prédio a ser construída, até o alinhamento do lote oposto, sendo que a altura máxima no alinhamento é de 20 metros. A taxa de ocupação máxima do solo é de  $\frac{3}{4}$  da área total. Os recuos laterais e de fundos são determinados pelo cálculo da altura, em metros, da edificação, dividida por 3, menos 1,5. Esta zona é isenta de recuo de ajardinamento. Os demais recuos mínimos de fundos, a testada e área mínima dos lotes, a possibilidade de construção de mais um pavimento e a área máxima a ser construída, são os mesmos determinados para a zona residencial.

Na zona industrial, a altura das edificações é obtida da mesma forma que na zona residencial, considerada como metade da distância da fachada a ser construída, até o alinhamento do lote oposto. Considera-se uma altura máxima de 18 metros. A taxa de ocupação, bem como a permissividade de mais um pavimento se dão conforme a zona comercial. A área máxima a ser construída não pode ultrapassar a duas vezes e meia a área do lote. Os recuos laterais e de fundos são calculados a partir da altura da construção, em metros, dividida por 3, sendo que o recuo mínimo, de fundos, é de 4 metros. Esta zona é isenta de obrigatoriedade de recuo de ajardinamento. As dimensões mínimas desta zona são de 15 metros de testada e 1.200 metros quadrados de área. As residências, nesta zona, mantêm a altura máxima de 10 metros e possuem uma taxa de ocupação de metade da área do lote, e a área máxima construída é de uma vez a área do lote.

Na zona de chácaras suburbanas, as construções devem ter um recuo mínimo de 15 metros, e os lotes deverão ter uma testada mínima de 60 metros e área mínima de 8.400 metros quadrados.

Além desses dados, o Plano Diretor do Município de Feliz aborda as documentações necessárias e as regulamentações para a realização de loteamentos. Observa-se, no artigo de número 51, a preocupação com a preservação ambiental: “Art. 51º- A Prefeitura não aprovará o projeto de abertura de logradouros, que possam resultar em prejuízo com a destruição das reservas florestais.” (FELIZ, 2007, ver em anexo).

É integrante da Lei nº 86/64 do município de Feliz uma planta em escala 1/2000, contendo o zoneamento, esquema viário, áreas verdes e perfis transversais de ruas e avenidas (figura

20). Porém, esse mapa abrange somente a área central do município, e não toda a sua área de limite político. Os perfis transversais de ruas e avenidas apresentam os seguintes dados: em avenidas, a área destinada aos passeios públicos deve ser de 3,5 metros, a área das vias, de 9 metros e o canteiro central, com 1 metro. No caso das ruas, estas devem ter 12 metros, e os passeios públicos 4 metros.



Figura 20: mapa integrante do Plano Diretor de 1964 (FELIZ, 2007)

Atualmente este ainda é o Plano Diretor em vigor, seguido por decretos que tratam da expansão da área urbana, conforme será apresentado no item 6.2.2.2. De acordo com entrevista na Prefeitura Municipal de Feliz, a mesma declara que não tem previsão para a elaboração de um novo Plano Diretor, há apenas o início da formação de um grupo para a discussão dessa possibilidade futura.

## 6.2 COLETA E INSERÇÃO DE DADOS: RESULTADOS OBTIDOS

A coleta de dados utilizou, preferencialmente, dados locais, obtidos através de documentos, registros em arquivos, entrevistas e observação direta (YIN, 2005). O processo de coleta de dados de cada categoria é detalhado a seguir.

### 6.2.1 Alimentação

A categoria de alimentação é dividida nas subcategorias: (i) frutas, vegetais e grãos e (ii) produtos animais. Cada subcategoria será detalhada a seguir, dentro das respectivas categorias de correspondente área de solo (colunas) a que se relacionam.

#### 6.2.1.1 Cultivo

Inicia-se a abordagem com o **cultivo destinado à alimentação direta ao homem**.

Dados da Prefeitura Municipal e da unidade de Feliz da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul (EMATER-RS) apresentam os cultivos dos produtos mais característicos de Feliz, os quais são apresentados na tabela 7. A cultura do figo é também apresentada pela Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul (FEE, 2008) e pelo IBGE (2008), mas, como os dados referidos diferem entre si, foram priorizados os dados obtidos no nível local.

Tabela 7: dados da produção de morango, amora-preta e figo do município de Feliz, por ano

Cultivo	Quantidade produzida (t)
Morango	1.800
Amora-preta	48
Figo	800

(Fonte: Prefeitura Municipal de Feliz e EMATER-RS)

Em entrevista realizada com a FEE, apurou-se que os dados das culturas permanentes e temporárias são elaborados pelo IBGE, sendo que os dados fornecidos, anualmente, pelo IBGE referem-se aos 35 produtos agrícolas economicamente mais importantes para o Estado do Rio Grande do Sul. Isto não quer dizer, no entanto, que representem as culturas mais importantes para o município de Feliz. Os dados completos dos cultivos, por município,

são elaborados pelo IBGE, periodicamente, pelo Censo Agropecuário. O último levantamento foi realizado em 1996, estando, portanto, desatualizado. Está sendo desenvolvido um novo Censo Agropecuário, o qual, de acordo com informações do IBGE, é previsto ser publicado ao longo do ano de 2009.

Alguns resultados preliminares da atualização do Censo Agropecuário foram disponibilizados pelo IBGE (2008). Nesse levantamento já é fornecida a área total, no município de Feliz, de lavouras permanentes e temporárias, as quais são de 341 e 1.631 hectares, respectivamente, totalizando em 1.972 hectares. São 288 estabelecimentos com lavouras permanentes e 663 estabelecimentos com lavouras temporárias (IBGE, 2008).

Os dados do IBGE (2008), para a produção do município de Feliz, no ano de 2007, são apresentados na tabela 8.

Tabela 8: culturas do município de Feliz, no ano de 2007. (a) culturas permanentes  
(b) culturas temporárias

<b>Culturas permanentes</b>	<b>Quantidade produzida (t)</b>	<b>Culturas temporárias</b>	<b>Quantidade produzida (t)</b>
Abacate	47	Alho	8
Banana	31	Amendoim	4
Caqui	16	Arroz	10
Goiaba	65	Batata doce	392
Laranja	561	Batata inglesa	37
Limão	21	Cana-de-açúcar	1.200
Mamão	23	Cebola	40
Pêra	8	Feijão	21
Pêssego	180	Mandioca	1.920
Tangerina	270	Melancia	15
Uva	150	Melão	70
		Milho	798
		Soja	1
		Tomate	240

(a)

(b)

(Fonte: IBGE, 2008)

Porém, se forem considerados somente os cultivos apresentados nas tabelas 7 e 8, não se estará contemplando todos os cultivos do município, pois, como já mencionado, os dados anuais do IBGE se referem somente aos principais produtos agrícolas do Estado.



Para a realização do cálculo, será considerado o consumo (produção local + importação), por meio dos dados de consumo da cesta básica<sup>11</sup>, e descontando o excedente de produção (exportação), admitindo, por simplificação e devido à falta de dados mais precisos, que esta última corresponda ao total de produtos comercializados na Central de Abastecimento do Rio Grande do Sul (CEASA/RS).

Faz-se a ressalva de que os dados, tanto os da cesta básica, como os da CEASA, são limitados. Os dados da cesta básica, do Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IEPE/UFRGS, 2001), referem-se ao consumo médio familiar na Região Metropolitana de Porto Alegre, que pode ter características diferenciadas em relação à população de Feliz. Constituem, pois, uma aproximação do que seria o consumo básico de uma família local.

As limitações sobre os dados de exportação estão associadas ao fato de que nem todos os produtos exportados pelos produtores de Feliz são vendidos para a CEASA de Porto Alegre, assim como alguns produtos que são lá vendidos, como provenientes de Feliz, poderão não o ser, na verdade, pois há referências a transportadores intermediários que recolhem produtos de vários municípios, e o registro é feito somente em nome de um município.

De qualquer forma, a partir dos dados disponíveis, foi realizado o cálculo que transforma a quantidade de produtos alimentares consumidos e exportados em área ocupada, para que haja a comparação. Observa-se que, neste momento, o cálculo é somente realizado para os produtos cultivados. O consumo de produtos de origem animal será analisado mais adiante, e os produtos industrializados serão desconsiderados. Os produtos vendidos na CEASA, em menores quantidades, também foram desconsiderados.

Para realizar o cálculo da categoria de alimentação, foi necessária a obtenção das médias de produtividade. Para a tabela 9, da cesta básica, o cálculo do consumo anual do total de habitantes foi realizado através da divisão dos 11.679 habitantes por 4, de acordo com a quantidade de pessoas por família conforme a cesta básica, este valor é multiplicado pela quantidade mensal consumida de cada produto, e multiplicado por 12, para a obtenção de um dado anual. Os resultados encontrados são apresentados nas tabelas 9 e 10, a seguir.

---

11 A Cesta Básica é o conjunto de produtos utilizados por uma família em um mês. Em geral, possui produtos de gênero alimentício, produtos de higiene e limpeza. Os produtos e as quantidades são diferenciados por região. Na presente pesquisa, são considerados somente os produtos da Cesta Básica referentes ao gênero alimentício, apresentados pelo IEPE/UFRGS, os quais devem ser suficientes para o sustento de uma família, contendo quantidades mínimas balanceadas de proteínas, calorias, ferro, cálcio e fósforo.

Tabela 9: produtos da cesta básica relacionados aos habitantes de Feliz

Produtos: cesta básica	Consumo mensal familiar (4 pessoas)	Unidade	Consumo anual do total de habitantes	Produtividade (Kg/ha)	Hectares Requeridos
Açúcar	8,18	Kg	286.627	39.896	7,18
Alface	1,88	Kg	65.875	25.000	2,63
Arroz	9,33	Kg	326.923	6.737	48,52
Banana	4,27	Kg	149.620	9.541	15,68
Biscoito	2,17	Kg	76.036		
Batata-inglesa	5,63	Kg	197.275	15.924	12,38
Café moído	1,44	Kg	50.457	1.128	44,73
Carne bovina	8,73	Kg	305.899		
Carne frango	7,75	Kg	271.560		
Cebola	2,98	Kg	104.419	14.475	7,21
Cenoura	1,87	Kg	65.524	30.000	2,18
Achocolatado	0,58	Kg	20.323		
Cerveja	10,04	grf	351.801		
Erva-mate	1,38	Kg	48.355	8.537	5,66
Ervilha	0,40	Kg	14.016	1.606	8,72
Farinha mandioca	0,50	Kg	17.520	15.466	1,13
Farinha trigo	4,46	Kg	156.278	2.031	76,94
Feijão	4,52	Kg	158.380	1.214	130,46
Iogurte	6,95	720g	243.528		
Laranja	5,70	Kg	199.728	12.846	15,54
Leite	30,37	l	1.064.164		
Lingüiça	0,30	Kg	10.512		
Maça	2,28	Kg	79.891	28.682	2,78
Maionese	0,74	500g	25.929		
Mamão	2,61	Kg	91.454	8.725	10,48
Margarina	2,24	500g	78.489		
Massa com ovos	4,05	500g	141.912		
Massa de tomate	3,79	370g	132.801		
Óleo de soja	5,87	900ml	205.684		
Ovos	3,33	dz	116.683		
Pão	140,20	100g	4.912.608		
Presunto	0,33	Kg	11.563		
Queijo	1,04	Kg	36.441		
Refrigerante	13,56	l	475.142		
Repolho	1,20	Kg	42.048	55.000	0,76
Sal	1,35	Kg	47.304		
Tomate	3,36	Kg	117.734	43.579	2,70
Vinagre	0,91	750ml	31.886		
<b>TOTAL</b>					<b>395,68</b>

(Fonte: IEPE, 2001; FEE, 2008; IBGE, 2008; e BRASIL, 2009)

Tabela 10: produtos vendidos na CEASA de Porto Alegre, registrados como provenientes de Feliz, no ano de 2007

<b>Produtos: relatório anual CEASA</b>	<b>Quantidade (Kg)</b>	<b>Produtividade (Kg/ha)</b>	<b>Hectares Requeridos</b>
Abacate	3.402	12.752	0,26
Abóbora	2.920	10.000	0,29
Abobrinha italiana	127.590	27.000	4,72
Abobrinha tronco	33.512	27.000	1,24
Agrião	367		
Alface	366.046	25.000	14,64
Alface americana	21.405	25.000	0,85
Almeirão/Radite	81		
Ameixa amarela	532	10.000	0,05
Ameixa roxa	3.022	10.000	0,30
Amora preta	4.254	6.000	0,70
Batata comum	480	15.924	0,03
Batata doce	272.008	12.449	21,84
Berinjela	67.250	27.400	2,45
Beterraba	48.366	21.759	2,22
Beterraba molho	194.328	21.759	8,93
Brócolis	52.190	13.216	3,94
Brócolis híbrido	53.890	13.216	4,07
Caqui chocolate	22.175	12.955	1,71
Caqui fuyu	16.483	12.955	1,27
Caqui manteiga	2.135	12.955	0,16
Carambola	4.090	15.000	0,27
Cebola	23.820	14.475	1,64
Cenoura	55.520	30.000	1,85
Cenoura molho	10.269	30.000	0,34
Cheiro verde tempero	491		
Chicória/Escarola	435		
Chuchu	199.680	120.000	1,66
Couve	2.754	15.000	0,18
Couve chinesa	2.628	15.000	0,17
Couve flor	442.728	25.000	17,70
Ervilha em caixa	71	1.606	0,04
Ervilha em saco	613	1.606	0,38
Ervilha torta	255	1.606	0,15
Espinafre	246		
Feijão	90	1.214	0,07
Figo maduro	8.042	5.198	1,54
Figo verde	50.721	5.198	9,75
Goiaba	17.826	9.328	1,91
Jaboticaba	88		

Tabela 10: produtos vendidos na CEASA de Porto Alegre, registrados como provenientes de Feliz, no ano de 2007

Laranja umbigo	8.160	12.846	0,63
Laranja comum	2.280	12.846	0,17
Laranja lima	1.060	12.846	0,08
Laranja valência	17.960	12.846	1,39
Lima	280		
Limão	12.360	13.154	0,93
Mandioca	53.874	15.466	3,48
Melão carvalho	2.052	7.587	0,27
Melão comum	150.352	7.587	19,81
Melão prince	49.704	7.587	6,55
Moranga cabotia	17.100	10.000	1,71
Moranga comum	840	10.000	0,08
Morango	434.626	36.000	12,07
Mostarda	468		
Nabo	468		
Nectarina	6.598	6.331	1,04
Nespera	50		
Pepino conserva	155.193	28.000	5,54
Pepino japonês	780	28.000	0,02
Pepino salada	513.230	28.000	18,32
Pêssego	24.970	6.331	3,94
Pimenta	1.099	2.372	0,46
Pimentão	429.166	32.500	13,20
Pimentão vermelho	320	32.500	0,01
Quiabo	30.689	10.000	3,06
Rabanete	2.574	20.000	0,12
Rabanete molho	8.202	20.000	0,41
Repolho roxo	8.194	55.000	0,14
Repolho verde	319.014	55.000	5,80
Rúcula	11.426	30.000	0,38
Tangerina comum	17.119	13.237	1,29
Tangerina montenegrina	4.845	13.237	0,36
Tangerina murcott	400	13.237	0,03
Tangerina ponkan	14.610	13.237	1,10
Tomate caqui	13.910	43.579	0,31
Tomate longa vida	239.250	43.579	5,49
Tomate cereja	42.031	43.579	0,96
Tomate paulista	87.260	43.579	2,00
Uva	199.000	15.532	12,81
Vagem	356.555	6.000	59,42
<b>TOTAL</b>			<b>290,70</b>

Para manter o mesmo padrão de produtividade, tanto na cesta básica, como nos produtos vendidos, deu-se preferência ao uso das produtividades correspondentes ao estado do Rio Grande do Sul. A exceção foram os dados do morango e da amora-preta, que não são divulgados em nível estadual, tendo sido utilizados os dados locais, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Feliz e EMATER-RS. Quando determinado produto não possuía referência de produção no estado, buscou-se os dados de produtividade em outros estados brasileiros. As fontes utilizadas foram a FEE (2008), IBGE (2008) e BRASIL (2009).

Neste ponto, ressaltam-se as limitações quanto ao valor das médias de produtividade. Foram utilizados os valores encontrados, mas sabe-se que não há um valor exato, existe muita variação na produtividade, de acordo com as técnicas utilizadas, tipo de solo, clima, entre outras variáveis.

Retomando o cálculo apresentado por Wackernagel e Rees (1996), apresentado no item 3.2.2.1, temos que o resultado do impacto ambiental, da categoria de alimentação, é realizado pela soma da produção e importação, considerada nesta pesquisa como o consumo da cesta básica, menos o valor da exportação.

Desta forma, conforme tabela 9, para o consumo, pelos habitantes de Feliz, dos produtos cultivados da cesta básica, são necessários 395,68 hectares. E, a quantidade de produtos vendidos para a CEASA/RS, como provenientes de Feliz, de acordo com a tabela 10, ocupa uma área de produção de 290,70 hectares. A subtração resulta em 105,28 hectares, ou seja, 0,009 hectare por pessoa.

Para esta categoria, pode ser explicitada como de impacto reduzido, a área de produção local sem o uso de insumos químicos, de produção orgânica. Já, a área de produção urbana de alimentos estará contemplada junto às áreas permeáveis dos lotes, as quais serão inseridas como redução de impacto ambiental, na categoria do ambiente construído, item 6.2.4.

Para a coleta de dados dos cultivos orgânicos, foi necessário o contato direto com os produtores, pois não há o registro em órgãos públicos. Os nomes e telefones dos produtores foram fornecidos pela EMATER-RS. Há no município de Feliz somente 3 famílias que produzem de forma orgânica, com a finalidade de comercialização.

A produção orgânica se diferencia por possuir uma maior diversidade de cultivos no mesmo espaço. Não há vastas áreas de monoculturas; há um rodízio de culturas e plantações consorciadas. Por isso, os dados apresentados na tabela 11 se referem aos principais cultivos em cada espaço. Os agricultores orgânicos mencionaram os cultivos de cebola,

alho, alface, beterraba, cenoura, aipim, berinjela, pimentão, rúcula, radite, bergamota e feijão, que também são comercializados em feiras ecológicas, mas em menor escala, não havendo o seu registro. Por esta razão, é feita a comparação somente do tamanho da área ocupada.

Tabela 11: área ocupada pelos principais produtos orgânicos do município de Feliz

Cultivo orgânico	Área colhida (ha)
Morango	1,5
Uva	3
Figo	0,5
Goiaba	0,2
Caqui	0,5
Tomate	0,3
Laranja	3
<b>TOTAL</b>	<b>9,0</b>

Os cultivos orgânicos possuem uma área colhida total de 9 hectares, conforme tabela 11. Por ser uma área muito pequena, se comparada ao tamanho da população, não será possível a sua apresentação na coluna de redução de impacto ambiental.

Neste momento, será abordado o **cultivo referente à alimentação animal**.

Para a área de cultivo, será verificada a área para a produção de ração do gado de leite e para a avicultura. Os dados dos principais alimentos que compõem as rações e o consumo médio por animal, foram buscados em referências, e por meio de entrevistas com os próprios produtores e empresas locais, através de contatos disponibilizados pela Inspeção Veterinária e Zootécnica local (IVZ)<sup>12</sup>. Os dados foram fornecidos com valores diários ou mensais, os quais foram adaptados para o ano. Nas rações há a presença de vitaminas e outros compostos em menor quantidade; porém, de forma a simplificar o cálculo, os principais alimentos foram arredondados proporcionalmente, para obter uma estimativa do total de alimentação.

12 A IVZ é a Unidade Sanitária Local do Departamento de Produção Animal (DPA), da Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio do Rio Grande do Sul (SEAPPA), a qual executa os programas da SEAPPA, diretamente com os produtores locais.

De acordo com a tabela 9, o consumo pelos habitantes de Feliz de carne de frango, conforme a cesta básica, é de 271.560 Kg, e de leite são 1.064.164 litros.

Conforme dados da EMATER-RS e IVZ, em média, no município de Feliz, cada bovino de leite produziu 1.825 litros de leite, no ano de 2007. Então, para suprir a demanda anual de leite dos habitantes de Feliz são necessários 583 bovinos de leite. A partir de entrevistas com a IVZ e produtores locais, foi obtido o dado de que cada bovino de leite consome, em média, 2 Kg de ração, por dia, ou seja, 730 Kg de ração complementar ao pasto, por ano, sendo, em média, 50% milho, 30% soja e 20% trigo. Isto significa que, para os 583 bovinos de leite necessários para fornecer leite aos habitantes de Feliz, são consumidos cerca de 212.795 Kg de milho, 127.677 Kg de soja e 85.118 Kg de trigo.

De acordo com dados do IBGE (2008), para o Rio Grande do Sul, o milho apresentou um rendimento médio de produtividade, em 2007, de 4.378 Kg/ha, a soja, de 2.552 Kg/ha, e o trigo, de 2.030 Kg/ha. Ou seja, são ocupados cerca de 48 hectares para o milho, 50 ha, para a soja, e 42 ha, para o trigo.

Em relação ao frango, considerando o dado acima citado de consumo, de 271.560 Kg, e que, de acordo com a UBA (2008), cada frango pesa 2,45 Kg, chega-se ao número de 110.840 frangos. Conforme dados de publicação do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001b), a quantidade de ração, por frango, varia de acordo com a idade de abate. Considerando a idade mais avançada de 91 dias, apresentada na publicação do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, são necessários 7,88 Kg de ração, por animal, ou seja, um total de 873.419 Kg. De forma a simplificar o cálculo do consumo entre os principais alimentos da ração, considerou-se 65% de milho e 35% de soja, conforme informação dos produtores locais. Utilizando os dados acima apresentados, sobre a produtividade desses cultivos, verifica-se que são ocupados 130 hectares, para o cultivo do milho, e 120 hectares, de soja.

Somando a área para o cultivo dos alimentos, para as rações do gado de leite e do frango, são necessários, portanto, 390 hectares. O que representa 0,033 hectare, por habitante.

Cabe, ainda, retomar algumas reflexões manifestadas no item 5.2, na consulta coletiva, na qual foi mencionado que não se está contabilizando na categoria de alimentação os impactos do uso dos insumos químicos. Essa discussão será desenvolvida no item 6.2.1.2, a seguir.

### 6.2.1.2 Energia

Em função da discussão realizada na consulta coletiva, item 5.2, foi acrescido o preenchimento da coluna de energia, na categoria de alimentação, para a inserção, no cômputo, do gasto de energia decorrente do uso de insumos químicos.

Campos *et al* (2004) realizaram um estudo sobre o balanço energético em sistemas orgânicos e convencional, utilizando, como exemplo, a produção de milho, por este ser o terceiro cereal mais cultivado no mundo. A energia foi desdobrada em três categorias, conforme sua origem: (i) biológica (trabalho humano, sementes, biofertilizantes e húmus), (ii) fóssil (produtos e subprodutos do petróleo, tais como adubo químico, agrotóxico, óleo diesel, etc...), e (iii) energia industrial (equipamentos, tais como trator, semeadora, pulverizador e rolo faca). O resultado desse trabalho apontou que, nos sistemas convencionais de produção "(...) a energia fóssil foi a mais consumida, representando cerca de 80% do total. (...) O sistema de produção orgânico, em média, apresentou eficiência energética significativamente superior, em relação ao sistema convencional (...)." (CAMPOS *et al*, 2004).

Campos *et al* (2004) apresentam uma tabela com os valores de energia consumida por N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, inseticidas e herbicidas, derivados do petróleo, que não aparecem no sistema orgânico. Somando a energia consumida por esses produtos, tem-se 2.545 MJ/ha ou 2,54 GJ/ha. Com esse dado, pode-se utilizar a relação apresentada por Wackernagel e Rees (1996), os quais consideram um hectare como a área equivalente necessária para absorver o consumo de 100 GJ, por ano, proveniente de combustível fóssil. Ou seja, será acrescida a área de 0,0254 hectare, para cada hectare de área colhida na produção convencional, representando a quantidade de áreas florestadas necessárias para absorver o gasto energético do uso de insumos químicos.

Neste caso, somando a área necessária para suprir o consumo dos habitantes, com a área utilizada para a produção de alimentos que são comercializados na CEASA/RS (tabelas 9 e 10), obtêm-se uma área total de 686,38 hectares. Podem ser descontados os 9 hectares de produção orgânica, apresentados na tabela 11. Assim são 677,38 hectares de área de cultivo com uso de insumos químicos. Esta área multiplicada por 0,0254 hectare, resulta em 17 hectares, ou 0,001 hectare por habitante.

Além disso, há a área de cultivo destinada a produção das rações do bovino de leite e do frango, a qual ocupa uma área 390 hectares. Multiplicada por 0,0254 hectare, são mais 10



hectares por habitante de área ocupada pelo gasto energético do uso de insumos químicos. Porém, este valor, dividido pela população torna-se insignificante.

### 6.2.1.3 Pastoril

No caso da pastagem dos animais, foi necessário verificar, para a presente pesquisa, a área média de ocupação local por bovino.

De acordo com entrevista na IVZ, no caso da região do Vale do Caí, onde se localiza o município de Feliz, a média de ocupação é de um bovino de corte, por hectare. Em cidades mais altas, de clima frio, como Cambará/RS e Bom Jesus/RS, considera-se um bovino de corte para cada 2 hectares.

Já para a bovinocultura leiteira, a empresa local, que atua nesta área, destacou que a área necessária de pastagens para os bovinos de leite é bastante variável, pois depende do suplemento alimentar dado ao animal. Esta variação é de um animal por hectare, até 2 animais por hectare. Portanto, será utilizada a média de um animal, para cada 0,75 hectare.

Considerando o consumo de carne dos habitantes, conforme a cesta básica (ver tabela 9), são 305.899 Kg por ano. Uma vez que, de acordo com Dias (2002), um bovino consumido representa 230 Kg de carne; tal consumo representa 1.330 bovinos. Assim, a quantidade de bovinos de corte representa a quantidade de hectares necessários para o pastoreio, ou seja, 1.330 hectares.

Já, os 583 bovinos de leite, apresentados no item 6.2.1.1, necessitam de 437 hectares. Somando-os, tem-se um total de 1.767 hectares, ou seja, 0,151 hectare, por habitante, para a atividade de pastoreio, referente à quantidade de produtos de origem animal, consumidos pelos habitantes do município de Feliz, em um ano.

### 6.2.1.4 Resultados

É importante lembrar que, os dados aqui apurados, foram estimados, em função da breve pesquisa realizada para a sua busca. Além de ser um tema extremamente complexo, que mereceria uma pesquisa especialmente focada para esta análise, este não é o objetivo do

presente trabalho. Cabe aqui apresentar essa análise, para que seja realizada uma estimativa da área necessária para suprir a demanda alimentar dos habitantes de Feliz.

O quadro 8 apresenta o resultado do cálculo da categoria de alimentação, na ferramenta proposta, para o município de Feliz.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Área de Impacto reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Urbanizada	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>Alimentação</b>						<b>0,194</b>
	frutas, veg, grãos	0,001		0,009		0	0,010
	produtos animais	0		0,033	0,151	0	0,184

Quadro 8: resultados da categoria de alimentação

Os 0,194 hectare por habitante, representa cerca de 2.265 hectares, ocupados para a produção de alimentos, rações, gasto energético pelo uso de insumos químicos e pela área de pastoreio.

## 6.2.2 Transporte

A categoria de transporte é dividida em: (i) transporte movido a gasolina/álcool, e (ii) transporte movido a diesel.

De acordo com a Fundação de Economia e Estatística (FEE, 2008), foi vendida, nos postos de gasolina da cidade de Feliz, no ano 2007, a quantidade de litros apresentada na tabela 12.

Tabela 12: quantidade de litros de combustível vendida no município de Feliz, no ano de 2007

Combustível	Litros vendidos
Álcool hidratado	388.656
Gasolina automotiva	3.450.448
Óleo diesel	3.208.851

(Fonte: FEE, 2008)

Em seguida, é apresentada a frota em circulação, no ano de 2007, por combustível (tabela 13).

Tabela 13: frota em circulação por combustível no município de Feliz, referente ao ano de 2007

<b>Combustível</b>	<b>Frota</b>
Álcool/Gasolina	330
Álcool	221
Diesel	663
Gasolina/Alcool/GNV	5
Gasolina/GNV	27
Gasolina	4.497
Álcool/GNV	1
Sem combustível	191
<b>TOTAL</b>	<b>5.935</b>

(Fonte: Adaptado de DETRAN-RS, 2008)

Percebe-se que, além da gasolina, álcool e diesel, aparece uma parcela de veículos que possuem o sistema combinado de álcool e/ou gasolina, com o GNV (Gás Natural Veicular). Mas, como não há o registro sobre a venda de GNV, para fins de cálculo, considera-se a quantidade de veículos referente ao combustível a que o GNV está associado. Na tabela 14 é apresentada a quantidade de veículos registrados por tipo.

Tabela 14: frota em circulação por Tipo no município de Feliz, no ano de 2007

Automóvel 3.328	Caminhão 357	Caminhão Trator 38	Caminhonete 159
Motoneta 164	Ônibus 79	Reboque 134	Sem-tipo 1
Camioneta 337	Ciclomotor 7	Microônibus 22	Motocicleta 1.232
Semi-reboque 57	Trator de rodas 11	Trator misto 1	Utilitário 8

(Fonte: DETRAN-RS, 2008)

A Prefeitura Municipal de Feliz oferece, gratuitamente, transporte escolar, que abrange todo o município, contando com 9 ônibus e 3 microônibus para essa função. Além desses, há 9 ônibus para transporte público municipal, oferecido por empresas privadas, a um custo acessível à população. Há duas empresas no município de Feliz que prestam esse serviço. Para a presente pesquisa, só estão sendo consideradas as linhas de ônibus que permitem o embarque e desembarque de passageiros, em várias localidades, dentro do município de Feliz. Aquelas linhas que vão diretamente a outro município, parando somente na rodoviária, não entram no cômputo do transporte público municipal. Assim, há um total de 18 ônibus

(movidos a diesel) e 3 microônibus (movidos a gasolina), que propiciam o transporte público, ou seja, 21 veículos.

Considerando que o município possui uma frota de 5.935 veículos, conforme as tabelas 13 e 14, o transporte público representa 0,35% dos veículos do município. Desta porcentagem, 0,05% refere-se ao transporte público movido a gasolina e 0,30% refere-se ao transporte público movido a diesel. Como a porcentagem referente ao transporte público é insignificante, menos do que 1%, não é significativa a sua redução de impacto, pois o arredondamento das casas, após a vírgula, já superaria a redução que o transporte público faria na categoria de transporte.

#### 6.2.2.1 Energia e cultivo

Em que pese o fato de que o combustível utilizado pelos veículos é produzido em outros locais, o que representaria uma transferência de custos ambientais, o consumo será avaliado através da quantidade de combustíveis vendida por ano nos postos do município, conforme abordado no item 4.1.2.2. Faz-se necessário analisar se o combustível vendido nos postos foi realmente utilizado pela população de Feliz, para deslocamentos dentro do município.

Em 16 de dezembro de 2008 foi realizada uma visita à cidade de Feliz, com os estudantes da disciplina de Engenharia Urbana Sustentável, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na visita, foram entrevistados os responsáveis pelos 5 estabelecimentos que comercializam combustíveis no município, para buscar melhor quantificar as quantidades comercializadas de combustível, a forma como se distribuem as vendas entre os diferentes postos e o uso final do combustível comercializado. Dos 5 postos de combustível, 3 encontravam-se em área central e 2 junto à estrada RS 452. Porém, um dos postos da área central não teve condições de responder às perguntas, pois havia estado fechado durante o ano precedente à visita e recém havia sido reaberto.

O resultado das entrevistas é apresentado nas tabelas 15 e 16. Como os responsáveis pelos postos não forneceram valores precisos, foi necessário realizar relações de proporção entre os dados obtidos. Nas entrevistas obteve-se o valor estimado da média mensal da venda dos combustíveis por posto. A partir desse dado, fez-se uma relação de porcentagem, por posto, do total de venda no município. O resultado é apresentado na

tabela 15, que retrata a distribuição, por posto, da quantidade de combustíveis vendida na cidade, utilizando como referência os valores do total de venda anual, apresentados na tabela 12. Os valores apresentados na tabela 12 foram arredondados, para facilitar o cálculo.

Tabela 15: quantidade total de combustíveis vendida por posto no município de Feliz, no ano de 2007

Venda total realizada no município de Feliz					
Postos de Combustíveis	% da venda total	Venda de álcool (l)	Venda de gasolina (l)	Venda de diesel (l)	Total (l)
Centro A	18%	100.000	1.050.000	120.000	1.270.000
Centro B	9%	60.000	400.000	170.000	630.000
Estrada A	37%	110.000	800.000	1.700.000	2.610.000
Estrada B	36%	120.000	1.200.000	1.220.000	2.540.000
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>390.000</b>	<b>3.450.000</b>	<b>3.210.000</b>	<b>7.050.000</b>

Já a tabela 16 apresenta a porcentagem de veículos, de origem em Feliz, que abastecem nos postos, conforme os valores percentuais estimados nas entrevistas pelos responsáveis dos postos. Por meio desses dados, considerou-se como impacto ambiental do município, apenas a porcentagem de combustível vendida para veículos de origem em Feliz (tabela 16). Faz-se a ressalva das limitações quanto à precisão dos dados obtidos e, de que há aqueles veículos de origem em Feliz que podem ser abastecidos em postos de outras localidades, e não são considerados.

Tabela 16: quantidade de combustíveis vendida, por posto, para os habitantes do município de Feliz, no ano de 2007

Venda realizada para habitantes de Feliz					
Postos de Combustíveis	% venda aos habitantes	Venda de álcool (l)	Venda de gasolina (l)	Venda de diesel (l)	Total (l)
Centro A	90	90.000	945.000	108.000	1.143.000
Centro B	90	54.000	360.000	153.000	567.000
Estrada A	65	71.500	520.000	1.105.000	1.696.500
Estrada B	50	60.000	600.000	610.000	1.270.000
<b>Total</b>		<b>275.500</b>	<b>2.425.000</b>	<b>1.976.000</b>	<b>4.676.500</b>

A partir destas informações, verifica-se que a grande maioria do combustível vendido é realizada nos postos da estrada, os quais possuem uma significativa porcentagem de venda

para veículos de passagem, para uso fora do município. Ou seja, em muitos casos, o município de Feliz serve de fornecedor de combustível para outras localidades, e para desempenhar atividades principalmente econômicas, observado pelo elevado consumo de diesel. Isso significa que há pouca influência do Plano Diretor para reduzir este impacto ambiental, visto que o alto consumo não é, na sua maioria, consequência deste planejamento.

Faz-se necessário que outros instrumentos de política pública incentivem, por exemplo, o consumo local dos alimentos cultivados no município, para reduzir o consumo de diesel no seu transporte, entre outras alternativas que serão abordadas no item 6.5.

Inicia-se o cálculo da gasolina. Conforme abordado no item 4.1.2.2 assume-se que cada litro de gasolina emite 2,11 Kg de CO<sub>2</sub> e que um hectare de floresta absorve 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>. Do total de 2.425.000 litros de gasolina vendidos para os habitantes do município de Feliz, conforme tabela 16, há uma emissão de 5.116.750 Kg de CO<sub>2</sub> ou 5.116,750 t de CO<sub>2</sub>. Portanto, para absorver esta quantidade de CO<sub>2</sub>, emitida pelo consumo de gasolina do transporte no município de Feliz, em 2007, são necessários 2.842 hectares, ou seja, 0,243 hectare por habitante.

Para o cálculo do óleo diesel, são 1.976.000 litros vendidos para os habitantes, em 2007, de acordo com a tabela 16. Conforme abordado no item 4.1.2.2, assume-se que cada litro de óleo diesel emite 2,79 Kg de CO<sub>2</sub> e que um hectare de floresta absorve 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>. Assim, para o transporte movido a diesel há uma emissão de 5.513.040 Kg de CO<sub>2</sub>, ou 5.513,04 t de CO<sub>2</sub>. Para absorver esta quantia são necessários 3.063 hectares de floresta, ou seja, 0,262 hectare por habitante.

Para o cálculo do consumo de álcool, conforme item 4.1.2.2, assume-se que um hectare de cana-de-açúcar produz 6.000 litros de etanol por ano. Portanto, para a obtenção dos 275.500 litros de álcool vendidos, conforme tabela 16, são necessários 46 hectares de plantação de cana-de-açúcar, ou seja, 0,004 hectare por habitante.

#### 6.2.2.2 Urbanizada

Para o cálculo dessa subcategoria, é necessária a verificação da área ocupada por vias no município e seus respectivos pavimentos, além das áreas de estacionamento coletivo.

Como os dados sobre os pavimentos das vias fornecidos pela Prefeitura Municipal de Feliz (FELIZ, 2007) são da zona rural, e será necessário buscar os dados da zona urbana, será realizada, primeiramente, a distinção entre essas zonas.

No município de Feliz há 9 decretos municipais, que determinaram o tamanho da área legalmente urbana, conforme figura 21 (a). Porém, a área de maior densidade demográfica é significativamente menor, apresentada na figura 21 (b), a qual pode ser chamada, também, de “zona urbana densa”. Lembra-se que, como apresentado no item 4.1.2.4, será considerada como zona urbana a área de maior densidade demográfica e de edificações, as demais áreas, de baixa ocupação, serão consideradas zonas rurais. Portanto, para fins de cálculo da ferramenta, será considerada zona urbana densa a área correspondente a figura 21 (b), onde se localizam os seguintes bairros: Bela Vista, Bom Fim, Centro, Matiel, Morro das Batatas, Vale do Hermes e Vila Rica; totalizando uma área de 6,05 Km<sup>2</sup>, ou seja, 6,3% da área total do município.

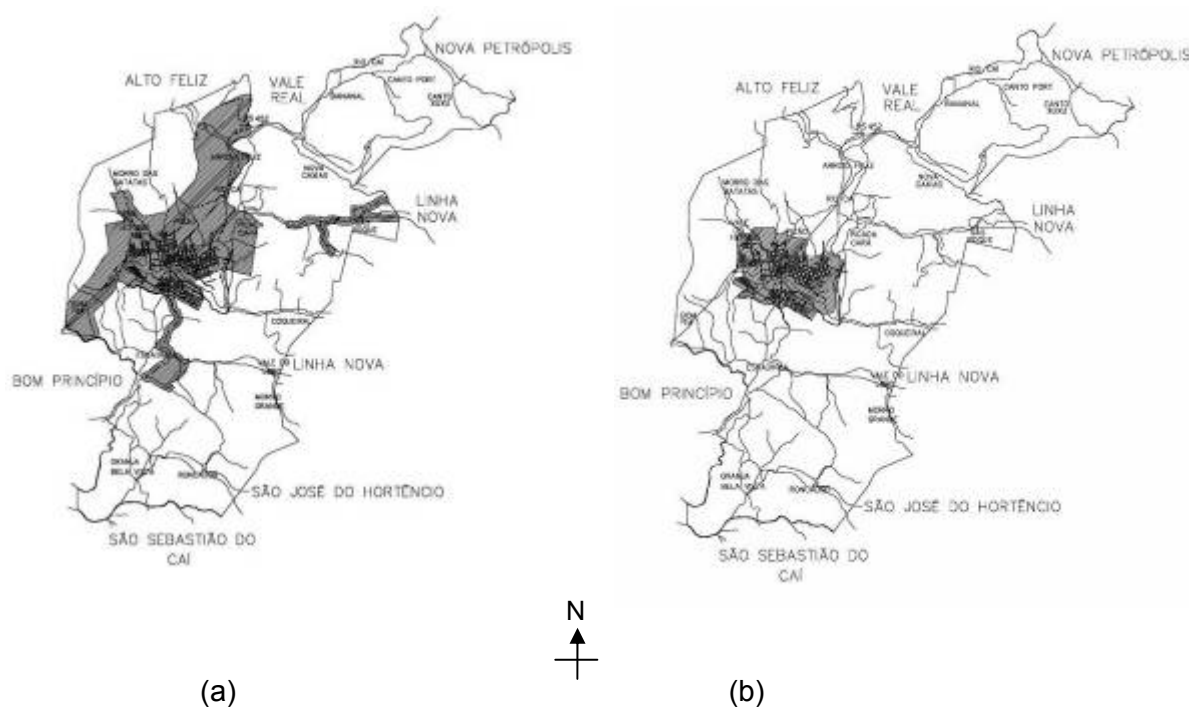


Figura 21: definição das áreas urbanas. (a) hachura sobre a área urbana de Feliz conforme Lei; (b) hachura sobre a área de maior densidade demográfica e de edificações, “zona urbana densa”

Nos arquivos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Feliz (FELIZ, 2007), foi disponibilizado o desenho de implantação do município, obtido através do software AutoCad, com a indicação do pavimento das vias na zona rural, conforme apresentado na figura 22 (a) e (b).

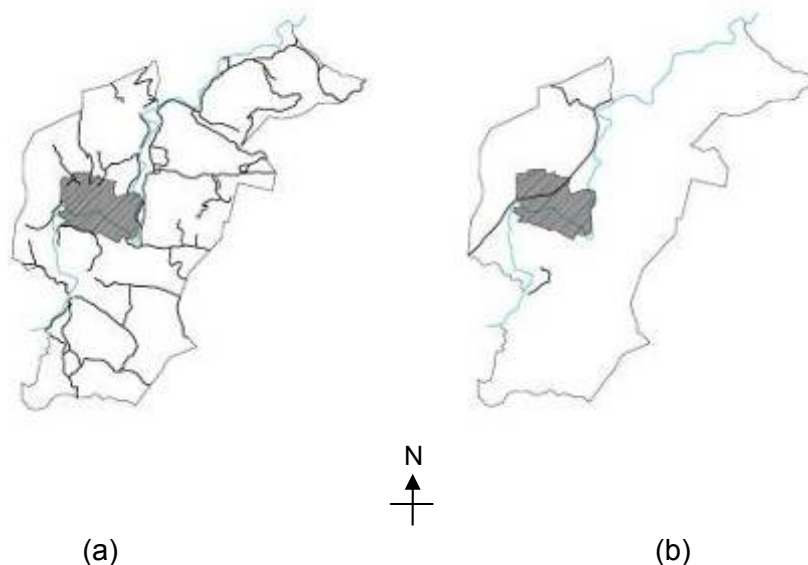


Figura 22: pavimentos das vias na zona rural. (a) vias sem pavimento; (b) vias asfaltadas. Fonte: Adaptado de Feliz (2007)

Para a determinação da pavimentação de cada via, na zona urbana densa, foi necessária a observação no local (figura 23), pois não havia registros locais de tal identificação. No município de Feliz, as vias são pavimentadas com paralelepípedo e/ou asfalto, sendo que a maioria não possui qualquer pavimento.



Figura 23: fotos das vias na zona urbana. (a) via de paralelepípedo; (b) via asfaltada; (c) via sem pavimentação

A figura 24 apresenta as vias urbanas e seus respectivos pavimentos.



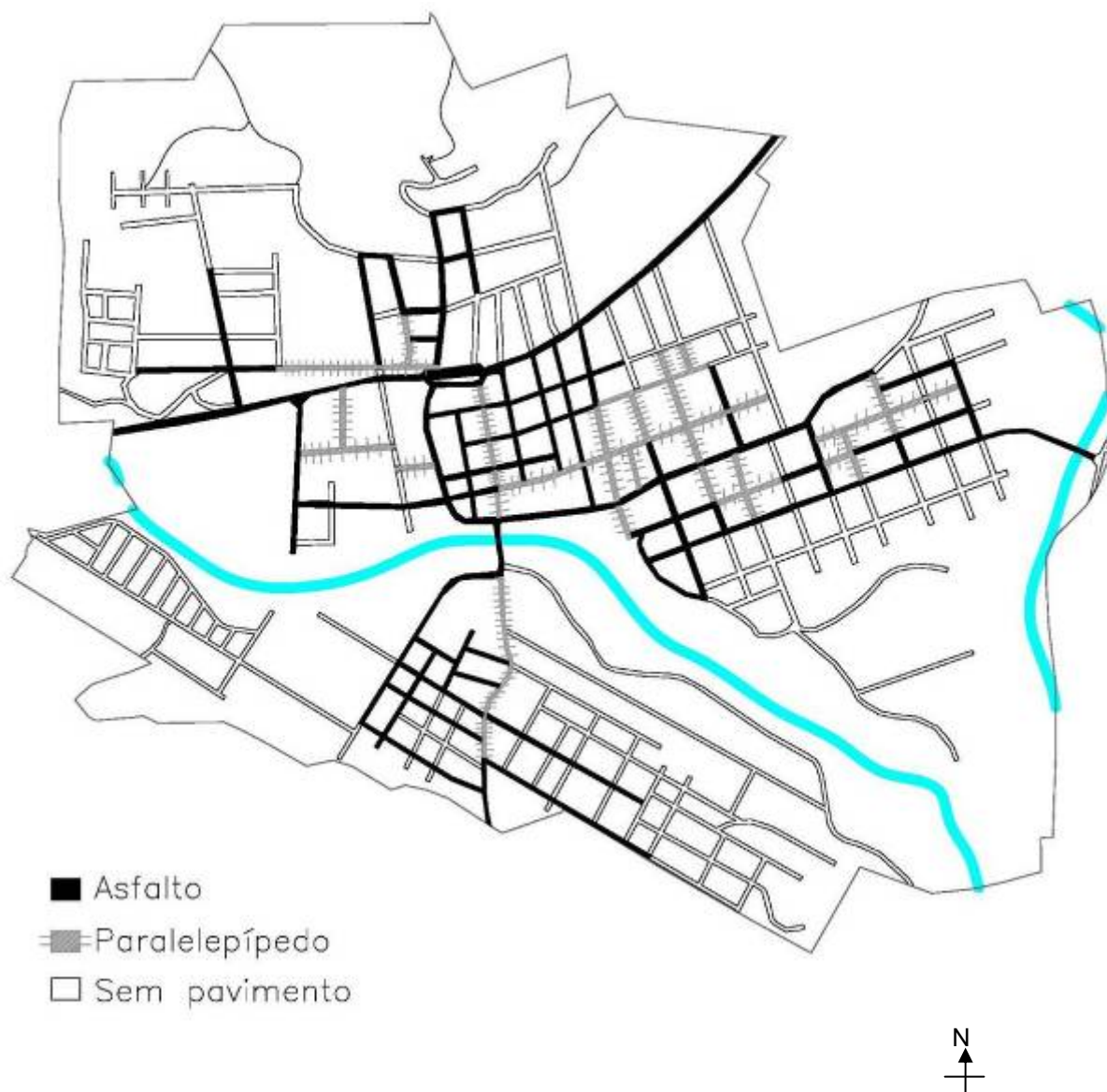


Figura 24: pavimentos das vias na zona urbana densa

Por meio dos desenhos em AutoCad foi possível medir o comprimento das vias, para elaborar a tabela 17, a seguir.

Tabela 17: extensão do comprimento das vias no município de Feliz por tipo de pavimento

Vias	Pavimentação	Asfalto (m)	Paralelepípedo (m)	Sem pavimento (m)	Total (m)
Zona Urbana	Ruas	14.158	3.935	28.748	
	Avenidas	4.861	1.753	–	
Zona rural	Ruas	4.203	–	103.218	
	Avenidas	6.895	–	–	
<b>Total (m)</b>		<b>30.117</b>	<b>5.688</b>	<b>131.966</b>	<b>167.771</b>

Conforme o Plano Diretor de 1964, apresentado no item 6.1.2, as ruas devem ter 12 metros de largura, e as avenidas devem possuir duas vias de 9 metros, cada, totalizando 18 metros de largura. A partir dessa referência foi realizado o cálculo das áreas das vias. A estrada RS 452, a estrada Júlio de Castilhos, a avenida Maurício Cardoso, a avenida Voluntários da Pátria, a avenida Arthur Ruschel e a avenida Marcos J. de Leão foram consideradas possuindo a largura de 18 metros. Apesar de outras vias serem nomeadas como avenidas, não possuíam, efetivamente, a largura de 18 metros, conforme verificado em observação no local. A tabela 18 apresenta os resultados do cálculo da área das vias, nas zonas rural e urbana densa, por tipo de pavimento.

Tabela 18: área das vias do município de Feliz por tipo de pavimento

Pavimento	Asfalto (m <sup>2</sup> )	Paralelepípedo (m <sup>2</sup> )	Sem pavimento (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Zona urbana</b>	257.394	78.774	344.976	<b>681.144</b>
<b>Zona rural</b>	174.546	–	1.238.616	<b>1.413.162</b>
<b>Total município</b>	<b>431.940</b>	<b>78.774</b>	<b>1.583.592</b>	<b>2.094.306</b>

Os 2.094.306 m<sup>2</sup> (tabela 18) de área **total** de vias equivalem a 209,43 hectares, ou seja, 0,017 hectare por habitante. Os valores da tabela 18 serão avaliados separadamente (conforme permeabilidade) e classificados por subcategoria (tipo de combustível), este último apenas para fins de apresentação dos dados. Neste caso, será considerada somente a RS 452 como sendo percorrida por veículos utilizando diesel, e para as demais vias, serão considerados os veículos movidos à gasolina e álcool, como apresentado a seguir.

A área asfaltada da estrada, dentro dos limites do município, considerada como sendo percorrida por veículos movidos a diesel, conforme abordado anteriormente, ocupa 40.000 m<sup>2</sup>, ou 4 hectares, o que representa um valor insignificante e será considerado como valor zero. O valor de área restante **asfaltada**, representa 39,194 hectares, ou 0,003 hectare por habitante, valor apresentado na subcategoria de veículos movidos à gasolina e álcool.

Conforme discutido nos itens 4.1.2.2 e 5.2 contabilizam-se como impacto ambiental, somente as áreas das vias de pavimentação impermeável, nesse caso o asfalto. Portanto, as áreas de vias permeáveis serão inseridas na coluna de área de impacto reduzido, por contribuir com uma maior absorção da água da chuva. A soma das áreas das vias de **paralelepípedo** e **sem pavimento**, resulta em 166 hectares, ou seja, 0,014 hectare por habitante.

As áreas de estacionamentos coletivos do município de Feliz compreendem somente as áreas ocupadas pelas duas empresas privadas, que prestam o serviço do transporte público, localizadas na zona urbana densa. Não há, na cidade, local destinado ao estacionamento coletivo de automóveis. A área total dos estacionamentos coletivos é de 5.900m<sup>2</sup>, ou 0,59 hectare, que representam 0,00005 hectare por habitante. Esse valor deveria ser somado à área de impacto ambiental do transporte. Porém, verifica-se que a área de estacionamentos coletivos, em municípios de pequeno porte, representa um valor insignificante, devido à proporção da área com relação à população, se comparado aos demais dados analisados. Portanto, para fins de cálculo, opta-se por desconsiderar esse dado. De qualquer forma, verifica-se que as áreas de estacionamento coletivo estarão contempladas como área urbanizada, na categoria do ambiente construído.

### 6.2.2.3 Resultados

O quadro 9 apresenta o resultado final da categoria de transporte para o município de Feliz, referente ao ano 2007.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Área de impacto reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Urbanizada	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>Transporte</b>						<b>0,526</b>
	gasolina/álcool	0,243	0,003	0,004		0,014	0,264
	diesel	0,262	0			0	0,262

Quadro 9: resultados da categoria de transporte

O resultado de 0,526 hectare, por habitante (quadro 9) representa 6.143 hectares, necessários, principalmente, para ter área de floresta suficiente para capturar o CO<sub>2</sub> emitido pelo uso da gasolina e do diesel pelos habitantes do município de Feliz.

### 6.2.3 Saneamento

A categoria de saneamento é dividida nas seguintes subcategorias: (i) água, (ii) esgoto, (iii) lixo orgânico e (iv) lixo seco.

De acordo com entrevista realizada com a unidade de Feliz, da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), a água fornecida no município, por esta companhia, atende cerca de 8.600 pessoas e provém de 09 poços artesianos, localizados em diversos pontos do município. Os poços recebem um tratamento preventivo, que consiste na adição de produtos químicos à água, especialmente para desinfecção. Os produtos utilizados para o tratamento dos poços, geralmente, são o fluorssilicato de sódio (flúor), para a prevenção de cáries e o hipoclorito de sódio, que previne doenças como cólera, febre tifóide, etc... O tratamento é feito no próprio poço, através de um duto que leva a solução (água, hipoclorito de sódio e fluorssilicato de sódio) até o nível de bombeamento. O acompanhamento do tratamento é feito duas vezes por dia, mediante análises em todos os poços. Semanalmente, são feitas coletas em todas as pontas de redes e enviadas para a Estação de Tratamento de Água de São Sebastião do Caí, onde são feitas análises físico-químico e bacteriológicas, buscando assegurar a sua qualidade para consumo humano, dentro dos padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS). A cada seis meses, a água de cada poço é coletada e enviada para o Laboratório Central de Porto Alegre, para análise.

Além da CORSAN, a Prefeitura Municipal de Feliz realiza o fornecimento de água para cerca de 3.000 pessoas, com água proveniente de outros 10 poços, dos quais 4 não recebem nenhum tratamento. A realização do tratamento é feita por uma empresa contratada pela Prefeitura, sendo adicionado sal de ácido dicloroisocianúrico de sódio na água. No total, 98% dos habitantes são atendidos pelo fornecimento de água, pela

Prefeitura ou pela CORSAN; os demais 2% possuem poços artesianos próprios, conforme dados da Prefeitura.

Com relação ao tratamento de esgoto, de acordo com a Prefeitura Municipal de Feliz, há um tratamento local de fossa e sumidouro, em cada lote. Em alguns casos, quando é verificada a presença de um solo que não absorve a água residual, a Prefeitura solicita ao proprietário a utilização, além da fossa e sumidouro, de um filtro anaeróbio, e a água residual é direcionada para a tubulação de esgoto pluvial do município, que deságua no Rio Caí. O município não tem o registro da quantidade de propriedades que utilizam um ou outro sistema, mas há uma estimativa de que cerca de 70% do tratamento do esgoto se dê por fossa e sumidouro, e nos demais 30% haja a inclusão do filtro anaeróbio e a utilização da rede de esgoto pluvial.

Não há fiscalização da execução das obras, nem da limpeza do sistema, prevista em projeto. Portanto, para a subcategoria de esgoto, não há condições de realizar os cálculos necessários para a ferramenta. Caso houvesse os dados, poderia ser calculada a área de ocupação nos lotes para o tratamento e a área da central de tratamento no município, caso haja. Da mesma forma, poderia ser verificado o consumo de energia elétrica numa central de tratamento. Porém, o espaço correspondente será preenchido com a cor cinza, para identificar que o cálculo encontra-se incompleto, por falta de dados.

Em entrevista na Prefeitura Municipal de Feliz, foi apurado que a coleta do lixo é realizada por uma empresa terceirizada. A segregação do lixo, entre o seco e o orgânico, ocorre desde 2002. O lixo orgânico é recolhido na zona urbana, três vezes por semana, e a sua destinação é o aterro sanitário na cidade de Minas do Leão/RS. Na zona rural não há recolhimento de lixo orgânico. O lixo seco é coletado duas vezes por semana, na zona urbana, e uma vez por semana, na zona rural, e é encaminhado para uma indústria de triagem na cidade de Tupandi/RS. Os locais de abrangência da coleta de lixo, dentro do município, são apresentados na figura 25.

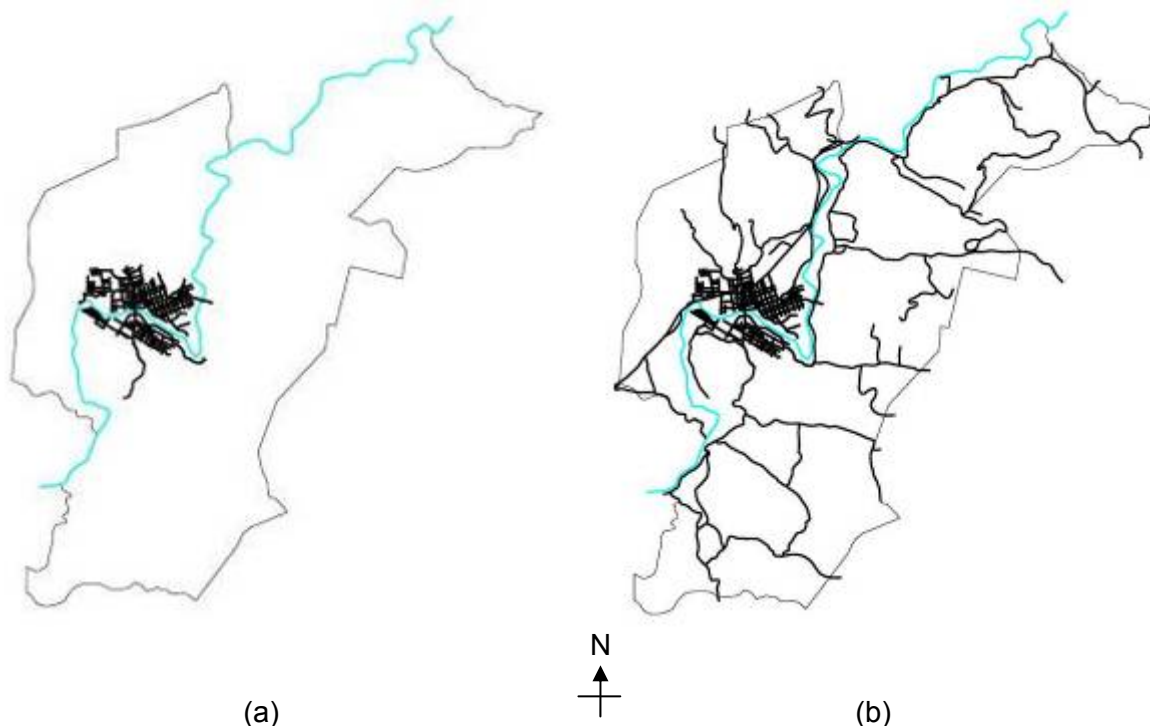


Figura 25: locais de coleta do lixo no município de Feliz. (a) locais de coleta do lixo orgânico; (b) locais de coleta do lixo seletivo (seco).  
Fonte: Feliz (2007)

Dados da Prefeitura apresentam a quantidade de 1.252 toneladas de lixo orgânico, e 813 toneladas de lixo seco, coletadas no ano de 2007. Apesar de se verificar que o lixo orgânico não é coletado em todo o município, será considerada a quantidade registrada, pois a grande maioria dos habitantes localiza-se na zona urbana, onde é realizada a coleta. Além disso, supõe-se que os habitantes da zona rural aproveitem os resíduos orgânicos nas suas lavouras, ou que ele simplesmente se degrade em contato com o solo, sendo a ele incorporado.

### 6.2.3.1 Energia

O consumo total de energia, no ano de 2007, pela unidade de Feliz da CORSAN, considerando todo o processo de coleta (bombeamento), tratamento, distribuição da água e administração é de 37.482 kWh. Para os poços da Prefeitura, como não há o dado da quantidade de energia consumida no ano de 2007, ela é estimada por meio da quantidade de horas de funcionamento de cada bomba e sua potência, apontando um consumo de 33.580 kWh por ano. Soma-se a esses valores o consumo anual de cerca de 600 kWh, pela empresa terceirizada, que realiza o tratamento dos poços da Prefeitura, e obtêm-se um total

de 71.662 kWh ou 71,662 MWh. Sabendo que para converter MWh em GJ é preciso multiplicá-lo por 3,6, obtêm-se um total de 257,98 GJ.

Na publicação Conselho em Revista, do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul (CREA-RS, 2008, p. 19), é apresentado o balanço energético do Rio Grande do Sul para o ano de 2007. Os dados apresentados são os seguintes: 1% Usina de Biomassa; 4% Eólica; 5% Pequenas Hidrelétricas, 11% Termelétricas a gás natural; 17% Termelétrica a carvão, e 62% Hidrelétrica.

No item 4.1.1 foi abordado que, de acordo com o WWF (2006a), as fontes renováveis de energia são as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), eólica, biomassa e solar. O uso de fontes de energia renováveis não será contabilizado como impacto ambiental.

Para a energia proveniente de hidrelétricas, será utilizado o valor de 1.000 GJ/ha/ano; e para os combustíveis fósseis a relação de 100 GJ/ha/ano, ambos os valores apresentados por Wackernagel e Rees (1996), na tabela 2 do item 3.2.2. Os 62% de hidroeletricidade representam 159,95 GJ ( $0,62 \times 257,98$ ), ou seja, uma ocupação de 0,15 hectare, um valor insignificante que será desconsiderado. E, finalmente, os 72,23 GJ [ $(0,17+0,11) \times 257,98$ ] de combustíveis fósseis representam 0,72 hectare, que também, em relação à população, é um valor insignificante.

Para o lixo, conforme item 4.1.2.3, assume-se que, para cada 3kg de lixo produzido, emite-se 0,5kg de CO<sub>2</sub> e 0,5kg de metano. O valor equivalente ao metano é multiplicado por 21, de modo a representar o potencial de aquecimento global do metano, convertendo-o em CO<sub>2</sub> equivalente, e, finalmente, assume-se que um hectare de floresta absorve 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Assim, as 1.252 toneladas de lixo orgânico, enviadas ao aterro sanitário, produzem 417 toneladas de emissões de efeito estufa. Metade desse valor, 208,5 toneladas, é mantida como emissão de CO<sub>2</sub>, a outra metade, multiplicada por 21, equivale à emissão de 4.378,5 toneladas de CO<sub>2</sub>, e a soma resulta num total de 4.587 toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas. São necessários 2.548 hectares de floresta para absorver essa emissão, ou 0,218 hectare por habitante. O aterro sanitário de Minas do Leão, atualmente, não possui sistema de queima do metano, para geração de energia elétrica. Caso houvesse, seria tudo considerado como emissão de CO<sub>2</sub>, conforme abordado pelo especialista B, no item 5.1.2.

Já, o lixo seco é reciclado e enviado para a indústria de triagem da cidade de Tupandi/RS. Portanto, compreende-se que não há impacto ambiental, há a realização do “metabolismo circular”, conforme abordado no item 3.1.2; um ciclo fechado de captação, utilização,

processamento e reutilização. Portanto, o mesmo não será contabilizado como impacto ambiental, do mesmo modo que as energias renováveis.

### 6.2.3.2 Urbanizada

A área de instalações da CORSAN, conforme dado fornecido por entrevista, é de 6m<sup>2</sup> por poço; 130m<sup>2</sup>, para o tratamento e 70m<sup>2</sup>, de escritório. Segundo dados da Prefeitura, somente há a área de 60m<sup>2</sup> ocupada pelo escritório terceirizado, que presta o serviço de tratamento da água. Assim, há um total de 314m<sup>2</sup>, ou 0,0314 hectare, ocupados pelas instalações de água, representando 0,000002 hectare por habitante. Como é um valor muito baixo, será considerado o valor zero.

Conforme item 4.1.2.3, assume-se a altura máxima de 6 metros de empilhamento do lixo. Considera-se o peso específico do lixo compactado como igual a 700kg/m<sup>3</sup>. Dividindo a quantidade de lixo encaminhada ao aterro sanitário, 1.252 toneladas ou 1.252.000kg, pelo peso específico, obtêm-se o volume de 1.788m<sup>3</sup> de lixo orgânico produzido no ano de 2007. Dividindo o volume pela altura máxima, de 6 metros, de empilhamento, resulta numa área mínima de 298m<sup>2</sup>, ou 0,0298 hectare, de ocupação no aterro sanitário, representando 0,0000025 hectare por habitante. Será considerado o valor zero.

### 6.2.3.3 Resultados

O quadro 10 apresenta o resultado final da categoria de saneamento, para o município de Feliz, referente ao ano 2007.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Área de Impacto Reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Urbanizada	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>Saneamento</b>						<b>0,218</b>
	água	0	0			0	0
	esgoto						
	lixo orgânico	0,218	0			0	0,218
	lixo seco	0	0			0	0

Quadro 10: resultados da categoria de saneamento



Nesta categoria verificou-se a falta de alguns dados. Recomenda-se à Prefeitura que realize a documentação sobre os destinos do esgoto no município, e do lixo orgânico na zona rural, podendo, inclusive, proporcionar informações aos habitantes sobre formas biológicas de tratamento do esgoto, e de compostagem.

De qualquer forma, verifica-se que a emissão de gás carbônico e metano, decorrente da decomposição do lixo orgânico, possui um impacto ambiental que é muito mais significativo do que o espaço que ocupam. Os 0,218 hectare por habitante representam uma área de 2.546 hectares, ocupados pela área de floresta necessária para absorver os gases, emitidos pela decomposição do lixo que vai para o aterro sanitário.

## 6.2.4 Ambiente Construído

A categoria do ambiente construído é dividida nas seguintes subcategorias: (i) urbano e (ii) rural. A figura 26 (a) mostra a vista aérea da zona urbana, e a figura 26 (b) uma vista aérea da zona rural.



(a)



(b)

Figura 26: vistas aéreas do município de Feliz. (a) vista aérea da zona urbana; (b) vista aérea da zona rural. Fonte: Feliz (2007)

### 6.2.4.1 Energia

A tabela 19, a seguir, apresenta o consumo de energia elétrica no município de Feliz, no ano de 2007, de acordo com dados da distribuidora Rio Grande Energia (RGE). Foi verificado, através de observação, no município de Feliz, que algumas residências possuem sistema de aquecimento de água, através de coletores solares térmicos. Por se tratar de iniciativas individuais de propriedades privadas, não há registro, para que se possa avaliar o quanto do

consumo de energia elétrica proveniente da distribuidora RGE foi reduzido, em função dessa iniciativa. De qualquer forma, os dados da tabela 19 referem-se somente ao consumo de energia elétrica fornecida pela distribuidora.

Tabela 19: consumo de energia elétrica, por setor, no município de Feliz em 2007

<b>Setor</b>	<b>Consumo MWh</b>
Residencial	6.332
Industrial	12.314
Comercial	3.769
Rural	3.335
Poder público	555
Iluminação pública	828
Serviços públicos	675
Consumos próprios	2
<b>TOTAL</b>	<b>27.810</b>

(Fonte: RGE)

Como visto, o consumo de energia elétrica é apresentado por setores. É preciso descontar o consumo de energia de 71,662 MWh, referente ao serviço público, para o fornecimento de água, já contabilizado na categoria de saneamento. Conforme apontado pela Prefeitura Municipal de Feliz, o consumo dos setores: residencial, industrial, comercial, poder público, iluminação pública, serviços públicos e consumos próprios, concentra-se, em sua grande maioria, na área urbana densa. Portanto, para fins de cálculo, será considerado o consumo de 24.403 MWh ou 87.850 GJ, na zona urbana, já descontado o consumo do fornecimento de água, e 3.335 MWh ou 12.006 GJ, na zona rural.

Conforme abordado no item 6.2.3.1, as fontes de energia do Estado são 62% proveniente de hidroeletricidade, 28% de combustíveis fósseis, e 10% renováveis, sendo estas últimas não consideradas como impacto ambiental. Em média, um hectare de floresta temperada, boreal e tropical, pode seqüestrar, anualmente, a emissão de CO<sub>2</sub> gerada pelo consumo de 100 gigajoules de combustíveis fósseis; para hidrelétricas, é considerado 1.000 GJ/ha/ano (WACKERNAGEL, REES, 1996), apresentado no item 3.2.2.

Portanto, o consumo de energia elétrica na zona urbana densa necessita de 245,98 hectares para absorver as emissões geradas pelo uso de combustíveis fósseis, e 54,46 hectares para a geração da hidroeletricidade, resultando em 300 hectares, ou seja, 0,025

hectare por pessoa. Na zona rural, são 33,61 e 7,44 hectares respectivamente, necessitando de um total de 41 hectares, ou 0,003 hectare por pessoa.

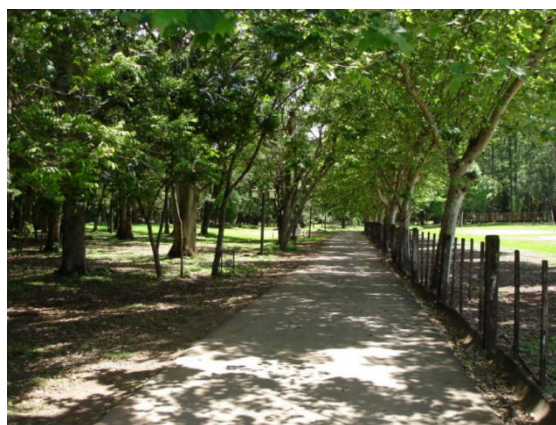
#### 6.2.4.2 Urbanizada

Conforme itens 4.1.2.4 e 5.2, na zona urbana densa se computa toda a área que compõe essa zona, mas considera-se como redução de impacto ambiental a área de praças, parques, área permeável nos lotes, coberturas verdes, passeio público adequado, dentro desse limite urbano.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Feliz, a cidade possui somente uma praça, com área 4.400m<sup>2</sup> (figura 27a), e um parque, com área de 24,3 hectares (figura 27b). Não foi identificada, por meio de observação no local, nem pela Prefeitura, a existência de edificações com cobertura verde no município.



(a)



(b)

Figura 27: fotos da praça e do parque do município de Feliz. (a) praça central; (b) parque municipal. Fonte (b): Feliz (2007)

O Plano Diretor de 1964, apresentado no item 6.1.2, determina taxas de ocupação máximas do solo para as zonas residencial, comercial e industrial, baseadas em um mapa da mesma época de elaboração do Plano Diretor. Porém, o mapa (figura 20) abrange somente uma pequena área da parte central do município e o seu zoneamento não representa mais a realidade. No ano de 1992, a Prefeitura elaborou a Lei de nº 888, através da qual a taxa de ocupação máxima passa a ser de 80%, para qualquer tipo de edificação e zona.

Baseado nesse dado, por meio de observação no local, entrevista na Prefeitura de Feliz, análise de desenho, com a implantação das edificações em AutoCad (FELIZ, 2007), e pelo

*Google Earth* (GOOGLE EARTH, 2008) (figura 28), mapearam-se os quarteirões que possuem maior e menor ocupação, e aqueles em que a ocupação é insignificante ou nula. Observando que nem toda a área não ocupada por edificação é permeável, será considerado o seguinte:

- Nos quarteirões com maior ocupação edificada, será considerada, como área permeável, 15% da área do quarteirão. Pois, observa-se que, na maioria dos lotes, os 20% não ocupados, conforme Lei 888/92 referenciada acima, mais da metade da sua superfície não edificada se mantém permeável;
- Nos quarteirões com menor ocupação de edificações será considerada uma área permeável de 45% da área do quarteirão;
- Quarteirões e áreas com ocupação mínima de edificações, ou totalmente não edificadas, consideram-se 100% permeáveis.



Figura 28: foto aérea da zona urbana do município de Feliz. Fonte: *Google Earth*, (2008)

A figura 29 apresenta o resultado da análise de cada quarteirão e área da zona urbana densa do município, referente à permeabilidade. Nota-se que, em alguns casos, o mesmo quarteirão apresenta diferentes ocupações. Mesmo tendo sido feito um recorte na zona legalmente urbana do município, como discutido no item 6.2.2.2, ainda se visualiza uma vasta área desocupada. As áreas com maior ocupação, nas zonas mais afastadas do centro da cidade são, em sua maioria, indústrias com edificações de grande porte.

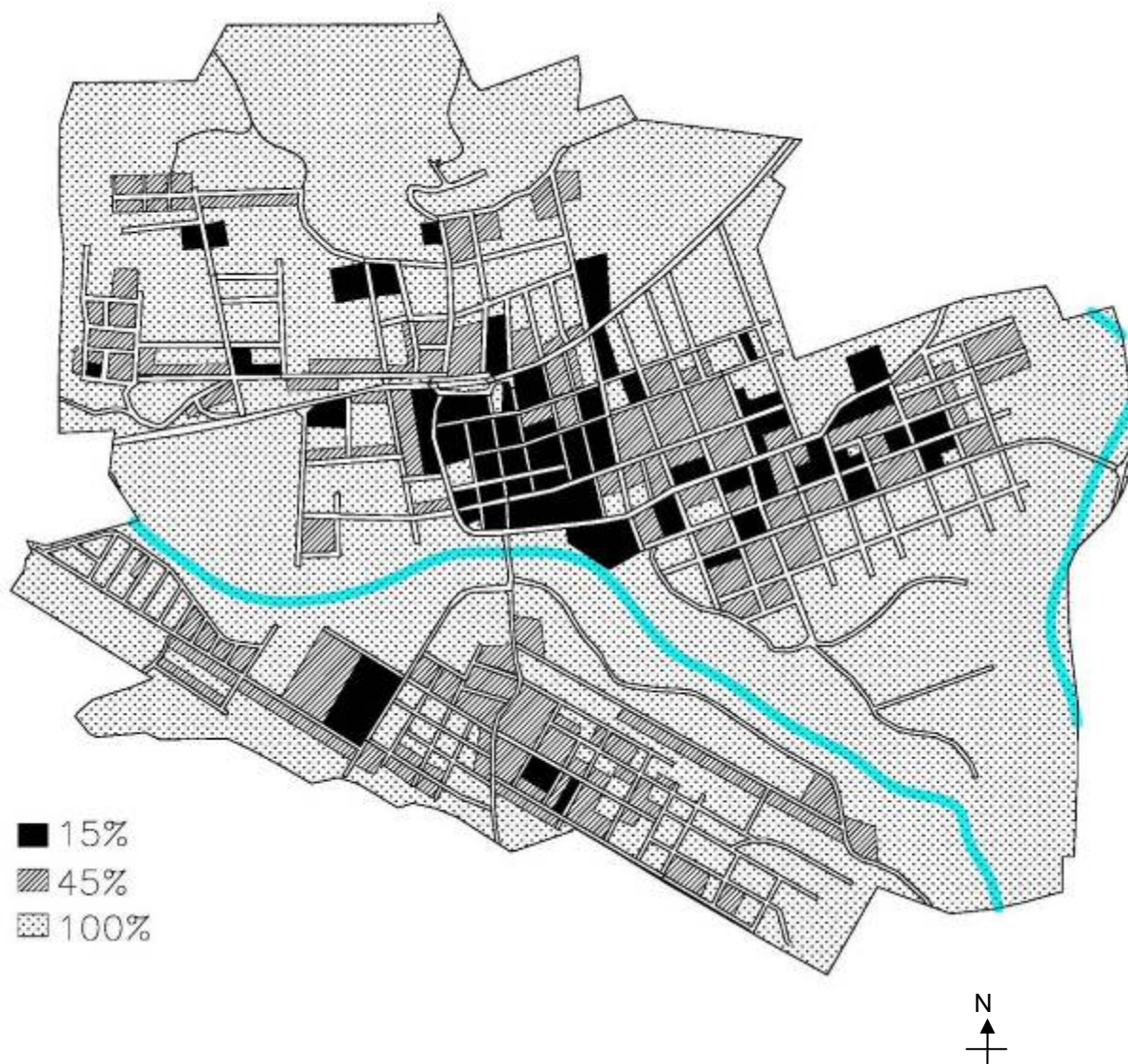


Figura 29: porcentagem de área mantida permeável na zona urbana densa do município de Feliz

Com base na figura 29, obtêm-se o valor total de 3.963.026m<sup>2</sup>, ou 396,30 hectares de área **total** da zona urbana densa, de área **permeável e impermeável**, já desconsiderada as áreas das vias, que foram contabilizadas na categoria de transporte. A seguir, será calculada a área mantida permeável, considerada como redução de impacto ambiental.

Por meio da identificação de todas as áreas permeáveis da zona urbana densa, verifica-se que não há a necessidade de calcular, separadamente, a área de praças e parques, pois estão inseridas na área definida como 100% permeável, conforme imagem apresentada na figura 29. Além disso, observa-se que a área de hortas e pomares urbanos, abordados na categoria de alimentação, os quais não foram contabilizados, por falta de dados que

apresentassem o tamanho que esta área ocupa, estão sendo contemplados como área mantida permeável.

As áreas mantidas **permeáveis** são, portanto, as seguintes: áreas de praças, parques, hortas e pomares urbanos e a área permeável dos lotes. Será necessário, ainda, considerar como área de redução de impacto ambiental os passeios públicos adequados, conforme mencionado pelos especialistas, no capítulo 5.

De acordo com a figura 29, os de 15% de área mantida permeável, dos quarteirões com maior ocupação, significam 56.501 m<sup>2</sup>; os de 45% de permeabilidade, dos quarteirões com menor ocupação, representam 333.261 m<sup>2</sup>; e os quarteirões e áreas 100% permeáveis somam 2.845.770 m<sup>2</sup>. Somando-os resultam 3.235.532 m<sup>2</sup> de quarteirões e áreas permeáveis dentro da zona urbana densa, lembrando que já estão desconsideradas as vias permeáveis, as quais estão contabilizadas na categoria de transporte. Em seguida, será calculada a área dos passeios públicos adequados.

A análise dos passeios públicos foi realizada por meio de observação direta na cidade. Conforme item 5.2, só serão considerados como redução de impacto ambiental os **passeios públicos adequados**, os quais possuam, no mínimo, pavimentação e arborização, conforme exemplos na figura 30, a seguir:



Figura 30: passeios públicos adequados, com pavimentação e arborização

Os passeios com pavimentação em estado precário e/ou com arborização nula ou escassa serão considerados como impacto ambiental. A partir do desenho em AutoCad (FELIZ,2007) foi possível medir o comprimento das calçadas identificadas no local como adequadas, como mostra a figura 31, a seguir.



Figura 31: identificação, na cor mais escura, dos passeios públicos adequados do município de Feliz

De acordo com o item 6.1.2, o Plano Diretor de 1964 determina que, em avenidas, a largura destinada aos passeios públicos deve ser de 3,5 metros, e, no caso das ruas, de 4 metros. Foram medidos 4.864 metros lineares de passeio público adequado nas avenidas (as avenidas foram classificadas conforme item 6.2.2.2) e 8.798 metros nas ruas. Multiplicando esses comprimentos pelas respectivas larguras, obtêm-se um total de 52.216 m<sup>2</sup>. Somando a área mantida permeável com a área dos passeios públicos adequados, obtêm-se 3.287.748 m<sup>2</sup>, ou 328,77 hectares, representando a redução de impacto ambiental da zona urbana densa de 0,028 hectare, por habitante.

Portanto, dos 396,30 hectares de área total da zona urbana densa, apresentados anteriormente, descontado o valor de área mantida permeável e dos passeios públicos



adequados, restam 67,53 hectares de área **impermeável** e de maior impacto ambiental, sendo estas, principalmente, as áreas ocupadas por edificações, contabilizadas na coluna 'urbanizada', o que representa 0,005 hectare, ou 50 m<sup>2</sup>, por pessoa.

Cabe ainda verificar se não há duplicação de contagem. A área urbanizada da categoria de transporte, referente às vias, já não está inserida. As áreas de estacionamento coletivo e de instalações de água demonstraram ser insignificantes, e possuem o valor zero. E, por fim, a área ocupada pelos depósitos de lixo também tem o seu valor "0". Além disso, o lixo orgânico é enviado para outro município, o que, de qualquer forma, não resultaria de duplicação de contagem desta área.

Para a zona rural, é necessária a verificação das edificações maiores do que 300 m<sup>2</sup> e das áreas contaminadas por resíduo tóxico, conforme itens 4.1.2.4 e 5.1.2. Segundo a Prefeitura Municipal de Feliz, não há, no município, área que tenha sido contaminada por resíduo tóxico. As edificações construídas no meio rural não necessitam de aprovação de projeto na Prefeitura, não havendo, portanto, registro das áreas construídas. Fica a recomendação para que a Prefeitura inicie a documentar, também, as edificações na zona rural.

Para encontrar o dado referente ao tamanho das edificações, recorreu-se ao programa *Google Earth*, sendo possível visualizar as coberturas das edificações e realizar medidas de comprimento com a ferramenta "régua". Há, porém, a ressalva de que as dimensões fornecidas pelo *Google Earth* não são exatas, tanto pela medida ser realizada pela vista da cobertura, como pela distância em que o objeto se encontra, em relação ao observador, podendo haver distorções. De qualquer forma, estima-se que o resultado seja próximo da área de 224.550 m<sup>2</sup>, ou 22,4 hectares, resultante da soma das áreas das 249 edificações maiores que 300 m<sup>2</sup> encontradas. Isso representa a ocupação de 0,002 hectare, ou 20m<sup>2</sup>, por habitante, referente a área impermeável, ocupada por edificações de maior porte, na zona rural.

#### 6.2.4.3 Cultivo

Os cultivos incluídos na categoria de ambiente construído referem-se à silvicultura, os quais são apresentados na tabela 20, a seguir:

Tabela 20: quantidade produzida de produtos da silvicultura no município de Feliz em 2007

Quantidade produzida 2007	
Acácia Negra (casca) (t)	446
Lenha (m³)	12.825
Madeira em tora (m³)	312

(Fonte: FEE, 2008)

Em entrevista na unidade de Feliz da EMATER-RS, foi apurado que, na região do Vale do Caí, a média de produtividade, por hectare, da casca da Acácia Negra é de 30t/ha, e a da lenha de Acácia, assim como a da madeira em tora de Eucalipto, é de 300m³/ha. Portanto, tem-se a necessidade de 14,86 hectares para a produção da casca de Acácia Negra; 42,75 hectares para a produção de lenha; e finalmente, 1,04 hectares para a produção de madeira em tora. Somando-as, obtêm-se um total de 58,65 hectares, ou 0,005 hectare, por habitante, necessários para a atividade de silvicultura no município de Feliz, no ano de 2007.

#### 6.2.4.4 Resultados

O quadro 11 apresenta o resultado final da categoria do ambiente construído do município de Feliz, referente ao ano 2007.

DSA		Área de solo correspondente (ha/habitante)				Área de Impacto Reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
		Energia	Urbanizada	Cultivo	Pastoril		
Uso	<b>A. Construído</b>						<b>0,068</b>
	urbana (densa)	0,025	0,005			0,028	0,058
	rural	0,003	0,002	0,005		0	0,010

Quadro 11: resultados da categoria do ambiente construído

A coleta de dados dessa categoria foi a mais trabalhosa, pois foi necessária a elaboração de dados não disponíveis. Além da observação no local, foram utilizados os desenhos em AutoCad e o *Google Earth*. Em ambos os casos, há limitações, tanto de precisão de medidas, como na confiabilidade de desenhos previamente elaborados.

O valor de 0,068 hectare por habitante, do quadro 11, representa 794 hectares. Verifica-se, principalmente, o impacto do consumo de energia elétrica, proveniente de fontes não

renováveis, e observa-se que, a redução de impacto é referente à significativa área mantida permeável na zona urbana densa da cidade.

### **6.2.5 Área verde**

Nos itens 4.1.2.5, 5.1.2 e 5.1.3 foram discutidas as formas de abordagem da área verde, determinando um mínimo de 12% da área do município a ser preservada, ou mais, caso o município possua grandes áreas representativas do ambiente natural. Para comparar com essa porcentagem, será avaliado quanto, efetivamente, está preservado na área pública, sendo, no mínimo, as áreas determinadas pelo Código Florestal, Lei 4.771/65. Além disso, deve-se verificar a real proteção dessas áreas, como forma de averiguar ocupações irregulares e falta de acesso à terra.

O município de Feliz possui uma área de 9.623 hectares (FELIZ, 2008) e uma população de 11.679 habitantes (IBGE, 2008), o que significa que o mínimo correspondente a 12% de área de preservação representa 0,10 hectare, por habitante.

Por fim, é necessário calcular a área natural protegida, na zona urbana e rural, e a área natural indevidamente ocupada. Em entrevista na Prefeitura do município de Feliz, descobriu-se que não há um mapeamento referente aos morros, os cursos d'água, mata ciliar, entre outras áreas de preservação permanente e reserva legal, protegidas pelo Código Florestal, Lei Federal 4.771/65. Para realizar esse levantamento é necessário um trabalho em conjunto com profissionais de diversas áreas, não sendo uma tarefa possível de realização somente pela pesquisadora. Portanto, no quadro 12, a seguir, será mantida a cor cinza, devido à falta de dados. Fica a recomendação para que a Prefeitura realize esse trabalho, de forma a ter um maior controle sobre as suas áreas de preservação. A figura 32, a seguir, mostra a foto do Rio Caí e sua mata ciliar, Área de Preservação Permanente (APP).



Figura 32: Rio Caí. Fonte: Feliz (2007)

Não possuindo o mapeamento das áreas de preservação, também não é possível verificar se houve uso indevido. De qualquer forma, segundo a Prefeitura, a população de baixa renda ocupa locais adequados, não havendo ocorrência de sub-habitação. Porém, não há informações, para saber se existe alguma outra forma de uso indevido.

#### 6.2.5.1 Resultados

O quadro 12 apresenta o resultado final das áreas verdes do município de Feliz, referente ao ano 2007.

<b>Área Verde</b>	<b>(ha/hab.)</b>
Área a ser preservada (mínimo 12%)	0,10
Área natural protegida zona rural	
Área natural protegida zona urbana	
Área natural indevidamente ocupada	

Quadro 12: resultados das áreas verdes

### 6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A COLETA DE DADOS

Houve a preocupação, na coleta de dados, em: buscar fontes de informações que fossem de fácil acesso, desenvolver dados da forma mais simples possível, e detalhar o modo de coleta realizado. Na inserção dos dados, buscou-se utilizar cálculos simples e verificar se não havia dados duplamente contabilizados. Os dados são oriundos de documentos e registros em arquivos disponibilizados através de sites na internet, correio eletrônico (*e-mail*), comunicação oral e visitas à Feliz. Aquelas informações que não foram disponibilizadas ou não existiam, foram coletadas através de entrevistas espontâneas e observação direta, conforme item 2.2.3.

Não foi possível elaborar os dados nas situações em que a Prefeitura não dispunha de informações registradas ao longo dos anos, como é o caso do esgoto, ou porque os dados nunca foram levantados, como é o caso das áreas de preservação. Nessas situações seria necessário o envolvimento de outros profissionais, o que demandaria um tempo superior ao previsto para a elaboração da dissertação, sendo que a coleta desses dados não é o objetivo principal da presente pesquisa. Nas situações em que as informações cedidas não se referiam especificamente ao solicitado, como por exemplo, o consumo de energia pelas bombas d'água da Prefeitura, estimou-se por meio de médias, e/ou por dados semelhantes.

Muitos dados estão disponibilizados nos sites da FEE (2008), IBGE (2002; 2008) e no site oficial da Prefeitura (FELIZ, 2008). Os demais dados foram coletados, prioritariamente, com contatos no local. A Prefeitura Municipal de Feliz, principalmente o departamento de Engenharia Civil, possui uma grande quantidade de desenhos em AutoCad e dados quantificados, que foram disponibilizados nas visitas realizadas à cidade de Feliz. Utilizaram-se, também, como fonte de dados, as unidades locais ou regionais da EMATER-RS; CORSAN; RGE; e da IVZ. Por fim, ainda foi necessário o contato direto com algumas empresas privadas e produtores do município. Como ferramenta de trabalho no computador, foram utilizados somente os programas AutoCad e *Goggle Earth* (2008), os quais a própria Prefeitura Municipal de Feliz também opera.

Ao longo do desenvolvimento da coleta dos dados, foram manifestadas as limitações referentes a: confiabilidade dos dados elaborados ou fornecidos por outras pessoas ou instituições; utilização de ferramentas que não permitem a exatidão dos dados, como o programa *Google Earth* (2008); inexistência de informações; e dados conflitantes. Portanto, o detalhamento de todo o processo visa apresentar as escolhas feitas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

## 6.4 SÍNTESE DA COLETA DE DADOS

Os dados a serem coletados foram sugeridos na ferramenta preliminar, capítulo 4, modificados pela experiência dos especialistas, capítulo 5, e finalmente, aperfeiçoados com base na aplicação da ferramenta no objeto empírico, capítulo 6. O resultado dos dados necessários para coleta é apresentado, sinteticamente, nos quadros 13, 14, 15 e 16, a seguir, por categoria.

Categoria Alimentação					
	Frutas, vegetais e grãos		Produtos Animais		
	Energia	Cultivo	Energia	Cultivo	Pastoril
Dados necessários	área de produção dos alimentos cultivados, consumidos e exportados, com uso de insumos químicos	área de produção dos alimentos cultivados consumidos menos os exportados	área de produção dos cultivos de soja, trigo e milho, com uso de insumos químicos, utilizados nas rações do gado de leite e avicultura, conforme o consumo de leite e frango	área de produção dos cultivos de soja, trigo e milho utilizados nas rações do gado de leite e avicultura, conforme o consumo de leite e frango	área destinada a pastoreio dos bovinos, conforme o consumo de carne de gado e leite
	<b>Pressuposto:</b> são necessários 0,0254 ha para cada hectare de cultivo, representando o gasto energético do uso do insumo químico		<b>Pressuposto:</b> são necessários 0,0254 ha para cada hectare de cultivo, representando o gasto energético do uso do insumo químico		<b>Pressuposto:</b> um bovino consumido representa 230 Kg de carne
Obs.	são discretizadas na coluna de impacto reduzido: as áreas de produção orgânica				
Fontes de evidência utilizadas em Feliz	produtos consumidos conforme cesta básica do Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas da UFRGS / médias de produtividades fornecidas pela FEE, IBGE EMATER e Embrapa / produtos exportados para a Central de Abastecimento do RS / dados de produção orgânica fornecidos pela EMATER / tipo e consumo de rações, média de produção de leite, peso do frango abatido, ocupação média por bovino para pastoreio, fornecidos em entrevistas com produtores locais, dados da Inspeção Veterinária e Zootécnica, EMATER, União Brasileira de Avicultura e Embrapa				

Quadro 13: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de alimentação

Categoria Transporte					
	Gasolina/Álcool			Diesel	
	Energia	Urbanizada	Cultivo	Energia	Urbanizada
Dados necessários	quantidade de gasolina vendida nos postos para veículos de origem no município, em um ano	área de vias públicas no município	quantidade de álcool vendida nos postos para veículos de origem no município, em um ano	quantidade de diesel vendida nos postos para veículos de origem no município, em um ano	área de estradas do município
	<b>Pressuposto:</b> cada litro de gasolina emite 2,11 kg de CO <sub>2</sub> , e um hectare de floresta absorve 1,8 t de CO <sub>2</sub>		<b>Pressuposto:</b> um hectare de cana-de-açúcar produz 6.000 litros de etanol por ano	<b>Pressuposto:</b> cada litro de diesel emite 2,79 Kg de CO <sub>2</sub> , e um hectare de floresta absorve 1,8 t de CO <sub>2</sub>	
Obs.	são discretizadas na coluna de impacto reduzido: as áreas das vias públicas de pavimentação permeável e o combustível consumido pelo transporte público				
Fontes de evidência utilizadas em Feliz	venda de combustíveis nos postos do município conforme a Fundação de Economia e Estatística / dados de frota conforme DETRAN / frota de transporte público conforme entrevista na Prefeitura Municipal / combustível comercializado para veículos de origem no município conforme entrevista com os responsáveis pelos postos / comprimento e largura das vias, tipo de pavimento, conforme desenhos da Prefeitura Municipal, Plano Diretor vigente e observação direta				

Quadro 14: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de transporte

Categoria Saneamento				
	Água e Esgoto		Lixo orgânico e seco	
	Energia	Urbanizada	Energia	Urbanizada
Dados necessários	consumo e fonte de energia elétrica na captação, tratamento, distribuição e administração, em um ano	área das respectivas instalações	quantidade de lixo orgânico e seco coletado em um ano	
	<b>Pressuposto:</b> um hectare de floresta absorve 100GJ/ano, para combustíveis fósseis, e 1000GJ/ano, para hidroeletricidade		<b>Pressuposto:</b> cada 3kg de lixo produzido emite 1 kg de CO <sub>2</sub> , e um hectare de floresta absorve 1,8 t de CO <sub>2</sub>	<b>Pressuposto:</b> 50% das emissões são de CO <sub>2</sub> , o restante é multiplicado por 21 referente ao metano
Observações	não são considerados como impacto ambiental: energia de fonte renovável (PCHs, eólica, biomassa e solar), a queima do metano no aterro sanitário (não sendo necessária a multiplicação por 21 referente ao metano), o lixo seco enviado para reciclagem, o lixo composto e as formas biológicas de tratamento do esgoto			
Fontes de evidência utilizadas em Feliz	dados sobre o fornecimento de água conforme entrevista com a Companhia Riograndense de Saneamento e a Prefeitura Municipal / dados estaduais sobre fontes de energia / dados da quantidade de lixo coletada fornecidos em entrevista com a Prefeitura Municipal			

Quadro 15: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria de saneamento



Categoria Ambiente Construído					
	Urbana (densa)		Rural		
	Energia	Urbanizada	Energia	Urbanizada	Cultivo
Dados necessários	quantidade e fonte de energia consumida, em um ano, na zona urbana densa	área total da zona urbana densa	quantidade e fonte de energia elétrica consumida, em um ano, na zona rural	área das edificações maiores que 300 m <sup>2</sup> na zona rural, e área contaminada por resíduo tóxico	área de produção de silvicultura no município
	<b>Pressuposto:</b> um hectare de floresta absorve 100GJ/ano para combustíveis fósseis, e 1000GJ/ano para hidroeletricidade		<b>Pressuposto:</b> um hectare de floresta absorve 100GJ/ano para combustíveis fósseis, e 1000GJ/ano para hidroeletricidade		
Observações	não são considerados como impacto ambiental: energia de fonte renovável (PCHs, eólica, biomassa e solar) / são discretizadas na coluna de impacto reduzido: as áreas mantidas permeáveis da zona urbana densa (áreas de praças, parques, hortas e pomares urbanos e a área permeável dos lotes) e a área de passeio público com pavimento e arborização na zona urbana densa				
Fontes de evidência utilizadas em Feliz	consumo de energia elétrica conforme a distribuidora Rio Grande Energia / dados estaduais sobre fontes de energia / mapeamento dos quarteirões com suas taxas de permeabilidade, análise dos passeios públicos e tamanho das edificações na zona rural, conforme Plano Diretor vigente, observação direta, desenhos da Prefeitura Municipal e ferramenta Google Earth / média de produtividade da silvicultura fornecida pela EMATER				

Quadro 16: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da categoria do ambiente construído

Muitas das iniciativas não consideradas como impacto ambiental, ou discretizadas na coluna de impacto reduzido, representaram um valor insignificante. Observa-se, também, que as ações que promovem uma maior sustentabilidade não se limitam a essas aqui citadas, podendo ser acrescentadas outras atividades, de acordo com cada localidade.

Também foi observado se não havia duplicação de contagem nas subcategorias.

Para a área verde (quadro 17), buscou-se verificar o que significa a área mínima de 12% de preservação ambiental, qual a área que é efetivamente protegida na zona urbana e rural, e se há ocupação indevida dessas áreas. Porém, a maioria dessas informações não estava disponível.

Áreas Verdes				
	Área a ser preservada	Área natural protegida zona rural	Área natural protegida zona urbana	Área natural indevidamente ocupada
Dados necessários	tamanho das áreas representativas do ambiente natural, considerar o mínimo de 12% da área do município	tamanho da área natural protegida por legislação na zona rural	tamanho da área natural protegida por legislação na zona urbana	tamanho da área natural legalmente protegida com ocupação irregular

Quadro 17: quadro síntese dos dados necessários para a realização dos cálculos da área verde

A seguir, será apresentado o resultado do diagnóstico de sustentabilidade ambiental do município de Feliz, onde é apresentado o quadro que reúne todos os dados coletados.

## 6.5 “DSA” DO MUNICÍPIO DE FELIZ

O quadro 18, a seguir, reúne os resultados de todas as categorias e subcategorias, apresentando o resultado da coleta de dados no município de Feliz, referente ao ano 2007.

DSA	Área de solo correspondente (ha/habitante)				Área de impacto reduzido (ha/hab.)	Total (ha/hab.)
	Energia	Urbanizada	Cultivo	Pastoril		
<b>Alimentação</b>						<b>0,194</b>
frutas, veg., grãos	0,001		0,009		0	0,010
produtos animais	0		0,033	0,151	0	0,184
<b>Transporte</b>						<b>0,526</b>
gasolina/álcool	0,243	0,003	0,004		0,014	0,264
diesel	0,262	0			0	0,262
<b>Saneamento</b>						<b>0,218</b>
água	0	0			0	0
esgoto						
lixo orgânico	0,218	0			0	0,218
lixo seco	0	0			0	0
<b>A. Construído</b>						<b>0,068</b>
urbana (densa)	0,025	0,005			0,028	0,058
rural	0,003	0,002	0,005		0	0,010
<b>TOTAL</b>	<b>0,752</b>	<b>0,010</b>	<b>0,051</b>	<b>0,151</b>	<b>0,042</b>	<b>1,006</b>
<b>Área Verde</b>						
			(ha/hab.)			
Área a ser preservada (mínimo 12%)			0,10			
Área natural protegida zona rural						
Área natural protegida zona urbana						
Área natural indevidamente						
				<b>Legenda</b>		
					Falta de dados	
				"-----"	Atividade não exercida	

Quadro 18: ferramenta testada, resultados do município de Feliz no ano de 2007

Somando o resultado de todas as categorias - alimentação, transporte, saneamento e ambiente construído – chega-se a um total de 1,006 hectare por habitante, ou seja, 11.749 hectares, uma área um pouco maior do que a determinada pela área legal do município de Feliz de 9.623 hectares.

Observa-se que, mesmo que o resultado represente uma ocupação superior à área do município, o que significa uma transferência de custos ambientais, esta diferença é muito pequena. Além disso, ressaltam-se as limitações apresentadas na coleta dos dados, descritas ao longo da inserção dos dados de cada subcategoria, no capítulo 6, as quais podem representar uma pequena variação nos resultados finais. Compreende-se, portanto,

que o município de Feliz apresenta, de certa forma, um equilíbrio ambiental, entre os recursos naturais demandados pela sua população, e os que oferece.

A figura 33 apresenta uma forma de visualização do quadro 18, baseado na referência de Bagliani *et al* (2008), conforme apresentado no item 3.4. Esta figura facilita a visualização gráfica dos impactos e redução, por cada categoria.

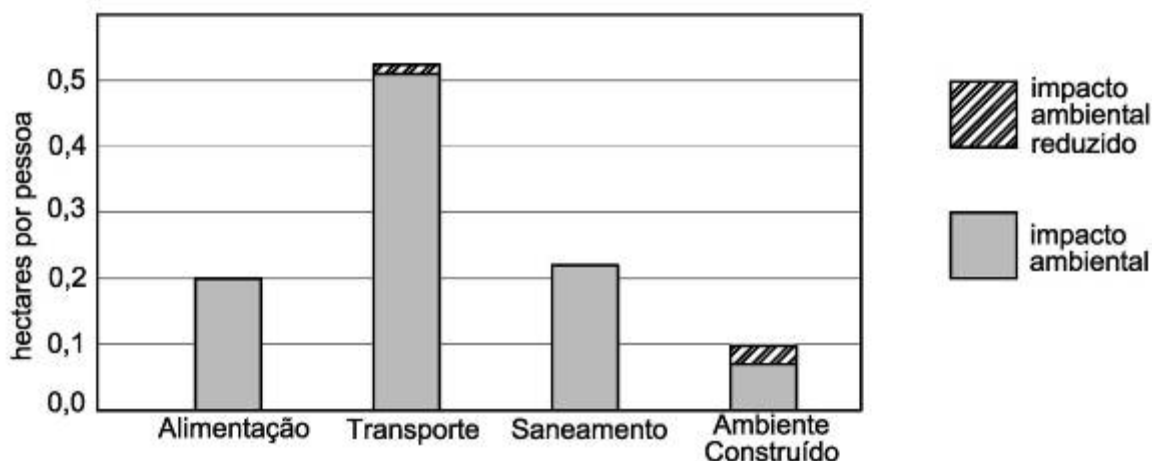


Figura 33: impacto ambiental e impacto ambiental reduzido, conforme quadro 18

Por meio do quadro 18 e figura 33, percebe-se que a maior redução de impacto ambiental se dá pela área mantida permeável, tanto nas vias como nos quarteirões, visíveis na categoria de transporte e ambiente construído. Verifica-se que a ferramenta também aponta para a manutenção das ações e características positivas.

É importante refletir que nem toda ação considerada de reduzido impacto ambiental foi planejada para tal. Nas vias permeáveis, por exemplo, estão inseridas as vias sem pavimento, as quais seriam mais adequadas com um planejamento para uma pavimentação permeável.

Observando o quadro 18, também se percebe que a maior contribuição ao impacto ambiental é da coluna de energia. Ou seja, pelo consumo de energia elétrica, insumos químicos, combustíveis e pela decomposição de resíduos.

Pelo fato de o município de Feliz possuir uma grande zona rural, a categoria do ambiente construído foi a que apresentou o menor impacto ambiental. Já o maior impacto ambiental é da categoria de transporte. Porém, o mesmo é passível de redução, através de estratégias locais.

O consumo elevado de diesel é realizado para o transporte do lixo e, principalmente, para o transporte de mercadorias. Utilizando como exemplo o transporte do lixo, levado até o aterro sanitário em Minas do Leão, observa-se o que segue. Conforme a empresa terceirizada, que realiza esse trabalho para a Prefeitura, são realizadas 3 viagens por semana. O lixo coletado, independentemente de sua classificação em seco ou orgânico, é levado, primeiramente, para a cidade de Tupandi. Lá, é realizado um processo de triagem pela empresa, para coletar mais resíduos para reciclagem, que não estejam previamente separados pelos habitantes. Em seguida, o lixo orgânico é levado para Minas do Leão. O trajeto total de cada viagem, ida e volta, é de 360km e, para cada viagem, conforme informações da empresa, são consumidos 125 litros de diesel. Considerando que são 3 viagens por semana, em um ano são consumidos cerca de 20.000 litros de diesel, para transportar o lixo gerado pelos habitantes de Feliz.

Utilizando o cálculo apresentado no item 6.2.2.1, assume-se que cada litro de óleo diesel emite 2,79kg de CO<sub>2</sub> e que um hectare de floresta absorve 1,8 toneladas de CO<sub>2</sub>. Assim, há uma emissão de 56 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para absorver esta quantia são necessários 31 hectares de floresta.

Da mesma forma, poderia ser calculada detalhadamente a emissão gerada pelos deslocamentos dos demais veículos, e verificar o motivo da viagem. No item 6.2.1.1, foi apresentada a quantidade de alimentos comercializados na CEASA, ou seja, grande parte deste uso de diesel está relacionada, principalmente, à atual atividade econômica do município. Por esta razão, compreende-se que é fundamental realizar a análise conjunta dos resultados, com as demais dimensões da sustentabilidade, principalmente a social e econômica.

A identificação de estratégias que sejam adequadas para a realidade do município de Feliz fica, portanto, incompleta apenas com a análise desta ferramenta, uma vez que a mesma aborda somente a dimensão ambiental da sustentabilidade. É importante lembrar que a mesma está inserida no processo de elaboração do Plano Diretor, conforme apresentado na figura 12 do item 3.4, em conjunto com os demais levantamentos sugeridos pelo Ministério das Cidades, sobre território, população, uso do solo, infra-estrutura e economia, e com a participação da comunidade local.

De qualquer forma, verifica-se, de forma preliminar, para o município de Feliz, principalmente a necessidade de estratégias à produção orgânica e comercialização local dos alimentos, o que em termos de Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, poderia se refletir na determinação de áreas de produção urbana de alimentos, e zonas potenciais para

feiras e comércio local. A determinação de uma significativa área permeável, sem pavimentação, nos lotes urbanos, também estimula a produção doméstica de alimentos. Para o lixo orgânico, se poderia informar a população sobre formas de compostagem, além de promover um espaço público para a realização desta ação, em maior escala, dentro do município, reduzindo, assim, a quantidade de lixo gerada, e evitando o transporte. Ainda, com relação ao transporte, verificou-se que há pouca opção de transporte público municipal, e não há opções alternativas ao automóvel na zona urbana densa, nem a demarcação de ciclovias; essas alternativas poderiam contribuir para reduzir o impacto ambiental dos deslocamentos.

É também fundamental um controle do tratamento de esgoto e sua destinação, e possuir um controle maior das áreas de proteção ambiental, além de orientar sobre as restrições de ocupação. São possíveis estratégias voltadas a uma produção local de energia renovável, tais como, o incentivo ao uso de coletores solares térmicos nas residências, a criação de pequenas centrais hidrelétricas na zona rural, e o uso da biomassa pelos criadores de animais. Observa-se que muitas das estratégias reduzem o impacto ambiental em mais de uma categoria. Por fim, sugere-se que o município elabore um atual Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, que seja participativo e insira a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental.

Para algumas das situações identificadas, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano possui ingerência para reduzir o impacto ambiental; em outros casos, serve de indicativo para a geração de demais instrumentos de políticas públicas locais. Porém, para a realização de algumas estratégias, é necessário valer-se de outras ações públicas, inclusive em maior escala, como estadual e federal.

As diretrizes mais sustentáveis que orientaram a formulação da ferramenta, principalmente para identificar as ações que foram consideradas como de redução de impacto ambiental, no item 4.1.2, já são indicativos de como contribuir para uma maior sustentabilidade ambiental na cidade.

É importante lembrar que a ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental também serve de monitoramento do planejamento implementado. Ou seja, esse método pode ser reaplicado, daqui a alguns anos, no município de Feliz, para comparar com os resultados atualmente encontrados, com base no ano de 2007.

Não foi feita a comparação dos resultados da ferramenta com os resultados da Pegada Ecológica original desenvolvida por Wackernagel e Rees (1996), nem com os demais

autores que a aplicaram, como o WWF (2008), Dias (2002), Brito (2003), Chambers, Simmons e Wackernagel (2000), entre outros, pois não se estaria comparando os resultados de métodos iguais, devido às modificações realizadas neste trabalho. De qualquer forma, entre os próprios autores que calculam a Pegada Ecológica há diferenciação nas formas de coleta de dados e cálculos, influenciando no resultado final. Chambers, Simmons e Wackernagel (2000) apontam que os seus resultados são maiores do que aqueles apresentados em Wackernagel e Rees (1996), não porque houve um significativo aumento de consumo, mas devido a mudanças pelo avanço do método.

Por fim, a contribuição da ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental é a de inserir uma visão sistêmica no planejamento das cidades, ou seja, a consciência de que as estratégias implementadas, muitas vezes, provocam impactos que vão além de suas fronteiras políticas. A ferramenta contribui para a compreensão do metabolismo circular das cidades, conforme apresentado na figura 5 do item 3.1.2.

De acordo com WWF (2008) as decisões devem ser tomadas com a ciência das suas conseqüências ecológicas internas e externas. Isso quer dizer que se deve encontrar caminhos para administrar os recursos naturais, dentro das nossas próprias fronteiras, e cuidar da natureza, como um todo (WWF, 2008).

“(...) o pensamento sistêmico é pensamento ‘contextual’; e, uma vez que explicar coisas considerando o seu contexto significa explicá-las considerando o seu meio ambiente, também podemos dizer que todo pensamento sistêmico é pensamento ambientalista.” (CAPRA, 2004, p.46 e 47)

Além disso, esta ferramenta diferencia-se, principalmente, por discretizar as atividades de reduzido impacto ambiental, como forma de incentivá-las.

Com a análise dos resultados do diagnóstico da sustentabilidade ambiental do município de Feliz, encerra-se o terceiro e último ciclo de aprendizado, denominado ‘aplicação’, etapa na qual foi verificada a ferramenta no objeto empírico. A ferramenta testada foi fundamental para aperfeiçoar o desenvolvimento do método de avaliação da sustentabilidade ambiental de municípios de pequeno porte, pelo fato de identificar as dificuldades encontradas na sua aplicação prática, e de realizar modificações pertinentes.

A seguir, serão apresentadas as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicia-se as considerações finais da presente pesquisa abordando a ferramenta proposta; em seguida, será realizada uma avaliação sobre o procedimento metodológico empregado, o qual tem como base os três ciclos de aprendizagem, e finalmente, será verificado o alcance dos objetivos propostos.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa buscou-se a transparência na formulação da ferramenta, de modo que as escolhas feitas fossem apresentadas e justificadas. Houve a preocupação para que esta seja de fácil reaplicação, simples o suficiente para que os próprios funcionários das prefeituras possam aplicá-la, e que seja compreensível pela população, mas, mesmo assim, há a complexidade de avaliar diversas atividades de forma conjunta.

Retomando a algumas discussões abordadas no item 3.4, recorda-se da contribuição que a ferramenta, enquanto um indicador de sustentabilidade ambiental, poderia exercer no processo de tomada de decisão, tais como: introduzir uma perspectiva sustentável no planejamento das cidades; tornar visíveis e comparáveis as diferentes pressões ambientais; alertar para a necessidade de mudança; permitir a verificação, ou não, do nível de dependência da cidade de recursos externos; proporcionar a transformação do conceito de desenvolvimento sustentável em uma definição mais operacional, entre outros.

A ferramenta elaborada identifica áreas com carência de dados e/ou planejamento no município, sugere práticas a serem mantidas e/ou implementadas, formula recomendações para políticas municipais que vão além do próprio Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, proporciona o monitoramento do planejamento implementado ao longo dos anos e, principalmente, demonstra a relação entre o planejamento municipal e a dimensão dos custos ambientais.

Porém, no desenvolvimento da pesquisa, também foram colocadas as observações, questionamentos e reflexões da pesquisadora sobre a ferramenta, sobre as limitações da coleta dos dados, além das limitações da própria pesquisadora, que precisou lançar questionamentos para pesquisas futuras, tanto porque, para responder algumas perguntas, seria necessária a participação de outros profissionais, como, também, porque não caberiam no tempo e na extensão típica de uma dissertação de mestrado.

Deve haver um aperfeiçoamento dos instrumentos “conforme incorporem uma dinâmica que permita uma permanente assimilação recíproca entre as contribuições da teoria, que discute



e reflete, e da prática, que intervém e realiza” (SILVA, 2000, p.242). A avaliação periódica da própria ferramenta é fundamental, para que ela seja revista e aprimorada futuramente, por meio de novas aplicações e fontes de informações.

Com relação ao procedimento metodológico da pesquisa, cabem as observações a seguir. Na ferramenta preliminar foi elaborado, inicialmente, o método por meio da revisão bibliográfica. Em seguida, a ferramenta aplicável, validada por especialistas, já demonstrou algumas necessidades de modificação. E, finalmente, a ferramenta testada, realizada com a sua aplicação no objeto empírico, contribuiu significativamente para a compreensão e análise dos dados coletados.

Compreende-se que cada ciclo de aprendizagem representou, também, o desenvolvimento e amadurecimento do raciocínio para a elaboração do método de avaliação da sustentabilidade ambiental. E, além disso, percebe-se que houve um avanço em cada etapa. Isto também significa que o desenvolvimento desta ferramenta pode avançar mais, na medida em que for aplicada em diferentes realidades, e discutido entre outros especialistas, inclusive de profissões diversas, relacionadas às questões ambientais.

Do mesmo modo, recomenda-se que a ferramenta seja, também, aplicada em nível regional. Pois, desta forma, seria possível identificar se a “troca” de custos ambientais se dá entre municípios próximos, e, quem sabe, isso poderia gerar um equilíbrio na região, o que não é possível saber analisando um município isoladamente.

Considera-se, portanto, que o procedimento metodológico utilizado, a pesquisa construtiva, dividida pelas etapas de investigação, imaginação e aplicação foi apropriado para atingir o objetivo geral de “desenvolver um método de avaliação da sustentabilidade ambiental para pequenos municípios, partindo do conceito de Pegada Ecológica, inserido no processo de elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, e aplicá-lo, como estudo de caso, no município de Feliz/RS”, pois se percebe a evolução no desenvolvimento do método. Esta evolução é possível verificar ao longo das escolhas dos dados utilizados, das formas de cálculo elaboradas para a inserção dos dados na ferramenta, e, a forma como os dados foram apresentados e analisados. Assim, compreende-se, portanto, ter alcançado o objetivo por meio da pesquisa construtiva.

Considera-se, também, que se atingiram os objetivos intermediários, necessários para se alcançar o objetivo geral. Copiam-se, a seguir, os objetivos intermediários, apresentados no item 1.3.2:

- A) “Identificar os dados de impacto ambiental da Pegada Ecológica que contribuem para a elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.”

Este objetivo intermediário foi imprescindível para a adaptação da Pegada Ecológica de forma a que fosse inserida no instrumento de política urbana local. A identificação dos dados que contribuem para a elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano iniciou-se no item 3.2, de compreensão do método original da Pegada Ecológica, prosseguiu no item 3.3, sobre Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, e o desenvolvimento das modificações foi realizado nos capítulos 4, 5 e 6.

- B) “Identificar formas de quantificação e análise dos dados de impacto ambiental para pequenos municípios.”

A identificação das formas de quantificação e análise foi desenvolvida ao longo da elaboração da ferramenta, juntamente com a determinação de quais impactos ambientais abordar, nos capítulos 4, 5 e 6.

- C) “Identificar ações de planejamento que contribuam para o desenvolvimento sustentável.”

Este objetivo intermediário foi necessário no desenvolvimento da formulação de dados, para a apresentação das diretrizes mais sustentáveis de cada categoria, como colocado no item 4.1.2. Por meio da identificação dessas ações, foi possível melhor compreender como o planejamento municipal deveria ser guiado em direção a uma cidade mais sustentável. Portanto, essas ações foram abordadas de forma diferenciada, enfatizadas como redução de impacto ambiental.

- D) “Identificar oportunidades geradas pela ferramenta de avaliação da sustentabilidade ambiental.”

A identificação das oportunidades geradas pela ferramenta foi apresentada de forma detalhada no item 3.4, de discussão, o qual trouxe reflexões sobre os usos da ferramenta nos processos de tomada de decisão.

Assim, na finalização desta pesquisa, espera-se ter contribuído para o avanço de conhecimento, especialmente para municípios de pequeno porte, sobre as formas de medir a sustentabilidade, e caracterizá-la. E, na compreensão de que as decisões de planejamento, afetam todo um sistema, que vai além de suas fronteiras políticas.

## 7.1 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram lançados questionamentos, que sugerem a continuidade da pesquisa em trabalhos futuros. Coloca-se, abaixo, algumas propostas:

É necessária uma verificação constante e a atualização sobre os dados fixos de cálculo, apresentados como “pressupostos” nos quadros 13, 14, 15 e 16. Do mesmo modo, é preciso identificar outras formas de elaboração de dados, como, por exemplo, dos alimentos consumidos pela população.

É possível desenvolver um detalhamento maior no impacto ambiental de cada categoria, podendo acrescentar outros impactos na ferramenta, como discutido no item 5.2, que não foram contabilizados nesta pesquisa, devido às limitações apresentadas.

Como já sugerido nas considerações finais, seria interessante adaptar a ferramenta para que seja aplicada em nível regional, assim como pesquisar sobre outras formas de realizar uma análise sistêmica do município, que aborde a compatibilização das várias dimensões da sustentabilidade.

Além dessas questões, a presente pesquisa lança a proposta de relações entre Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, municípios de pequeno porte, sustentabilidade e Pegada Ecológica. Esses temas podem ser relacionados em diversas formas, tais como: análise do caráter participativo dos Planos Diretores e o papel educacional da Pegada Ecológica, realizando uma análise da sustentabilidade política no processo de participação popular nas políticas públicas; análise sobre a hipótese de que pequenos municípios possuem melhores condições para uma maior sustentabilidade, relacionando-a com o nível de homogeneidade entre as questões sociais, econômicas, ambientais e culturais.

Para o caso do município de Feliz seria interessante estabelecer uma relação entre o alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a hipótese de que o município possui condições favoráveis para reduzir o seu impacto e apresentar um maior equilíbrio ambiental - pode-se, inclusive, realizar comparações com outros pequenos municípios. Da mesma forma, poder-se-ia desenvolver cenários alternativos, de acordo com a adoção de diferentes estratégias mais sustentáveis no município.

## REFERÊNCIAS

ALBERTI, M. Measuring Urban Sustainability. In: **Environmental Impact Assessment Review** v.16 n.3, 1996, p.381-424.

ALBERTI, M.; SUSSKIND, L. *Managing Urban Sustainability: an Introduction to the Special Issue*. In: **Environmental Impact Assessment Review** v.16 n.3, 1996, p.213-221.

ALEXANDER, C; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M.; JACOBSON, M.; KING, I.F.; ANGEL, S. **A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction**. New York: Oxford University Press, 1977, 1.171p.

AMVARC. **Associação dos Municípios do Vale do Caí**. Disponível em: <<http://www.amvarc.com.br>>. Acesso em 26 Jun. 2009.

ASSMANN, B. E. S. (Org.). **Feliz: ontem e hoje**. 2 ed. Feliz: Graf. Tigrapel, 2002. 106 p.

BAGLIANI, M.; GALLI, A.; NICCOLUCCI, V.; MARCHETTINI, N. *Ecological footprint analysis applied to a sub-national area: The case of the Province of Siena (Italy)*. In: **Journal of Environmental Management**, n.86, 2008, p.354-364.

BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007, 256p. 2 ed.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis: Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília, DF, 2000. 141p.

BRASIL. **Estatuto da cidade para compreender...** Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 2001a. 60p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Instrução Técnica para o Avicultor**. Concórdia, 2001b. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod\\_publicacao=313](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=publicacoes&cod_publicacao=313)>. Acesso em: 04 Jan. 2009.

BRASIL. **Agenda Habitat para Municípios**. Rio de Janeiro: IBAM, 2003. 224 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Diretor Participativo: Guia para elaboração pelos municípios e cidadãos**. Brasília, DF, 2004. 158p.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Os vereadores no processo de elaboração de Planos Diretores Participativos**. Brasília, DF, 2006a. 36p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: Relatório de Referência, Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Móveis, no Setor Energético**. Brasília, DF, 2006b. 95p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Hortaliças**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br>>. Acesso em: 04. mar. 2009.

BRITO, C.W. **Avaliação da Sustentabilidade Ambiental Urbana da Cidade de Nova Hartz: Análise de Caso**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2003, 135p.

BUNYARD, P. A Teoria de Gaia e a gestão do planeta. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. P. 379 -393, cap. 15.

CAMPOS, A. T.; ZONIN, W.J.; SILVA, N. L. S.; GOUVEA, A.; GRECO, M. Balanço de energia em sistemas orgânicos e convencional de produção de milho. In: **5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída**, AGRENER GD, Campinas, 2004. Disponível em <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%2024.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica Dos Sistemas Vivos**. São Paulo: Cultrix, 2004, 256p. 9 ed.

CHAMBERS, N.; SIMMONS, C.; WACKERNAGEL, M. **Sharing Nature's Interest. Ecological footprint as an indicator of sustainability**. London: Earthscan, 2000, 185p.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Capítulo 28: Iniciativas das Autoridades Locais em Apoio à Agenda 21**. Disponível em <<http://www.agenda21sp.com.br/capitulo/cap28.doc>>. Acesso em: 07 mai. 2008.

COLUSSO, I.; BEVILACQUA, D.; MOURA FILHO, J. L.; RORATO, G. Z. Metodologia para Elaboração de Planos Diretores para Municípios de Pequeno Porte. In: **Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2007**, Recife. Anais V Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos ENABER 2007, 2007.

CREA-RS – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul. **Conselho em Revista**. Porto Alegre: CREA-RS, v. IV , n. 50, out. 2008. Mensal.

DETRAN-RS. **Frota em circulação por Tipo e Município de 2005 a 2007**. Disponível em: <<http://www.detrans.rs.gov.br>>. Acesso em: 21 jul. 2008.

DIAS, G. F. **Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana**. São Paulo: Gaia, 2002. 257p.

EATON, R. L.; HAMMOND, G. P.; LAURIE, J. *Footprints on the landscape: An environmental appraisal of urban and rural living in the developed world*. In: **Landscape and Urban Planning**, n. 83, 2007, p.13-28.

ESTADO DO MUNDO, 2004: **Estado do consumo e o consumo sustentável / Worldwatch Institute**. Salvador: UMA Ed., 2004, P. 1 – 37, Parte 1.

ESTADO DO MUNDO, 2005: **Estado do consumo e o consumo sustentável / Worldwatch Institute**. Salvador: UMA Ed., 2005, 326p.

FEE, **Fundação de Economia e Estatística**. Disponível em <<http://www.fee.tche.br>>. Acesso em 26 jun. 2008.

FELIZ, Prefeitura Municipal de Feliz / Departamento de Engenharia Civil. **Extrato de Banco de dados**. Feliz: CD-Rom, 2007.

FELIZ. **Site Oficial de Feliz**. Disponível em: <<http://www.feliz.rs.gov.br>>. Acesso em 26 Jun. 2008.

GIBBERD, J. **Integrating Sustainable Development into Briefing and Design Processes of Buildings in Developing Countries: an assessment tool**. 2003. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Engenharia, Ambiente Construído e Tecnologia da Informação, Pretoria, África do Sul, 2003, 168p.

GOOGLE EARTH. Aplicativo. Disponível em: <<http://www.earth.google.com/>>. Acesso em: 18 ago. 2008.

GUILLÉN, R. F. Ambiente e desenvolvimento sustentável. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. p. 61 -78, cap. 2.

HABERL, H.; ERB, K.H.; KRAUSMANN, F. *How to calculate and interpret ecological footprint for long periods of time: the case of Austria 1926 – 1995*. In: **Ecological Economics** v.38, 2001. p.25-45.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 Jun. 2008.

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 Jun. 2008.

IEPE – Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas / UFRGS. **Boletim Econômico IEPE**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, 2001. 14p.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, v. 2 Energy, cap. 3 Mobile Combustion, NGGIP Publication, 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>>. Acesso: 19 jan. 2009.

KNIJNIK, R. (org.). **Energia e meio ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento**. Porto Alegre: DMAE, 1994. 309p.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. **O biocombustível no Brasil**. São Paulo: CEBRAP n°78, 2007, p. 15-21.

LENZEN, M.; MURRAY, S.A. A modified ecological footprint method and its application to Australia. In: **Ecological Economics** v.37, 2001, p.229-255.

LYLE, J. T. **Regenerative Design for Sustainable Development**. New York: John Wiley & Sons, 1994. cap. 10, p. 281-305.

MASCARÓ, L.E.A.R. **Ambiência Urbana: *Urban Environmental***. Porto Alegre: +4 Editora, 2004, 197p.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J.L. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: L.Masacará, J. Mascaró, 2002, 242p.

MEDAUAR, O. (Org.). **Constituição Federal: Coletânea de Legislação de Direito Ambiental**. Lei 4.771, de 15 de Setembro de 1965. 2. ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: RT, 2003. p. 485 – 497.

MENEGAT, R. ALMEIDA, G. Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. p. 175 -196, cap. 6.

NASCIMENTO, D.T.; CAMPOS, E.T. Instrumentos de planejamento territorial urbano: Plano Diretor, Estatuto da Cidade e a Agenda 21. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** (COBRAC), Florianópolis, 2006, 10p.

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. **Sustainability and Cities: overcoming automobile dependence**. Washington, DC: Island Press, 1999, p. 285 – 305, cap. 6.

NOBRE, C. A., NOBRE, A.D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. In: **Estudos Avançados** v.16, n.45 São Paulo, Mai./Ago. 2002.

NYGAARD, P.D. **Planos Diretores de Cidades: discutindo sua base doutrinária**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2005, 287p.

OMETTO, A. R.; MANGABEIRA, J. A. C.; HOTT, M. C.. Mapeamento de potenciais de impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia: INPE, 2005. p. 2297 – 2299.

ONU – **Organização das Nações Unidas - Rádio das Nações Unidas**. Disponível em: <<http://www.un.org/av/radio/portuguese/detail/2785.html>>. Acesso em: 10 Jan. 2008.

PALENZUELA, S. R. **Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles: Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana**. Barcelona: Fundació Fòrum Ambiental, 1999, 38 p.

PALSULE, S.S. O desenvolvimento sustentável e a cidade. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. p. 33 - 57, cap. 1.

PNUD. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento: Desenvolvimento Humano e IDH**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/>>. Acesso em: 25 Jun. 2008.

QIN-PU, L.; ZHEN-SHAN, L.; NIAN-HUA, F.; YONG-MEI, L. A Modified Model of Ecological Footprint Accounting and Its Application to Cropland in Jiangsu, China. In: **Pedosphere** v.18(2), 2008, p.154-162.

RASANEN, K.; MANTYLA, H. *Preserving Academic Diversity: Promises and Uncertainties of PAR as a Survival Strategy*. In: **Organization Articles** v. 8 (2), 2001. P. 299-318.

REGISTER, R. **Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future**. Berkeley, Califórnia: North Atlantic Books, 1987, 140p.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L.. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**. Amigos da Terra Brasil e Vitae Civilis, 2006. Disponível em: <[http://www.natbrasil.org.br/Docs/biocombustiveis/sustentabilidade\\_etanol\\_port.pdf](http://www.natbrasil.org.br/Docs/biocombustiveis/sustentabilidade_etanol_port.pdf)>. Acesso em: 13 Jun. 2008.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001, 180 p.

RUANO, M. **Ecourbanismo, entornos humanos sostenibles: 60 proyectos**. Barcelona: Gustavo Gili, 1999, 192 p.

SANTOS, J. S.; GIRARDI, A. G. **Utilização de geoprocessamento para localização de área para aterro sanitário no município de Alegrete-RS**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 2007, INPE, p. 5491–5498.

SANTOS, N.R.Z.; TEIXEIRA, I.F. **Arborização de Vias Públicas: ambiente x vegetação**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2001, 135p.

SASSI, P. **Strategies for Sustainable Architecture**. New York: Taylor & Francis, 2006, 306 p.

SATTERTHWAITE, D. Como as cidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2004. P. 131-169, cap. 5.

SCUSSEL, M.C.B. **O lugar de morar em Porto Alegre: uma abordagem para avaliar aspectos de qualificação do espaço residencial, à luz de princípios de sustentabilidade**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2007, 310p.

SILVA, C. H. D.; **Plano Diretor: Teoria e Prática**. São Paulo: Saraiva, 2008, 181p.

SILVA, S. R. M. **Indicadores de Sustentabilidade Urbana: As Perspectivas e as Limitações da Operacionalização de um Referencial Sustentável**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, São Carlos, 2000, 260p.



SOUZA, M.L. **ABC do Desenvolvimento Urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 190p.

STOEGLEHNER, G.; NARODOSLAWSKY, M. Implementing ecological footprint in decision-making processes. In: **Land Use Policy**, 2007, doi: 10.1016/j.landusepol.2007.10.002.

TIBURI, M. **Filosofia em Comum – Para ler-junto**. Rio de Janeiro, São Paulo: Record, 2008. 186p.

UBA – União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2007/2008**. Brasília: UBA, 2008. Disponível em <[http://www.uba.org.br/uba\\_rel08\\_internet.pdf](http://www.uba.org.br/uba_rel08_internet.pdf)>. Acesso em: 03 Fev. 2009.

UNDESA – United Nations Department of Economic and Social Affairs – Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2007 Revision**. CD-Rom, 2008. Disponível em: <[http://www.un.org/esa/population/meetings/EGM\\_PopDist/Heilig.pdf](http://www.un.org/esa/population/meetings/EGM_PopDist/Heilig.pdf)>. Acesso em: 26 Jun. 2009.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint: Reducing Human impact on the Earth**. Philadelphia, pa, New Society Publishers, 1996. 160p.

WORLD POPULATION CLOCK. Disponível em: <<http://www.census.gov/main/www/popclock.html>>. Acesso em: 15 Out. 2008.

WWF – World Wildlife Fund. **Agenda Elétrica Sustentável 2020: Estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo**. Brasília: WWF-Brasil, 2006a. 80p. Série Técnica: v.12.

WWF – World Wildlife Fund. **Relatório Planeta Vivo 2006**. Suíça: WWF, 2006b. 40p. Disponível em: <<http://assets.panda.org/downloads/lpr2006portuguese.pdf>>. Acesso em: 16 Jan. 2008.

WWF – World Wildlife Fund. **Living Planet Report 2008**. Suíça: WWF, 2008. 44p. Disponível em: <[http://assets.wwf.org.br/downloads/living\\_planet\\_report\\_2008.pdf](http://assets.wwf.org.br/downloads/living_planet_report_2008.pdf)>. Acesso em 23 Jan. 2009.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 20 – 136.

## **ANEXO**

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE FELIZ  
LEI MUNICIPAL N° 86 DE 1964

Cópia da Lei nº86, de 16 de Maio de 1964

Dispõe sobre o Plano Diretor da cidade  
de Feliz e dá outras providências.

KUNO STOFFELS, Vice Prefeito Municipal de Feliz em exercício.  
FAÇO SABER, que a Câmara Municipal aprovou e eu sanciono e promulgo a seguinte lei:

CAPÍTULO I  
INTRODUÇÃO

Art. 1º - Fica aprovado, para os efeitos da presente Lei, o Plano Diretor da Cidade de Feliz. Esta Lei complementa e regulamenta o mesmo.

§ único – Faz parte integrante desta Lei, uma planta em escala 1/2000 contendo o zoneamento, esquema viário e de verdes e perfis transversais de ruas e avenidas.

Art. 2º - O Plano Diretor devidamente aprovado e sancionado, somente poderá ser alternado em todo ou em partes, após dois anos de vigência da Lei, depois de ouvida a Comissão do Plano Diretor, assessorada por profissional legalmente habilitado (arquiteto ou engenheiro) técnico da D.U.H.

A alteração deverá ser objeto de nova Lei.

§ único – Os detalhes do presente Plano e as partes de que o mesmo trata genericamente, deverão ser aprovados pela Comissão assessora do Plano Diretor.

Art. 3º - A Prefeitura Municipal não realizará e não permitirá nenhuma obra urbana em discordância com o Plano Diretor.

§ 1º - Não serão consideradas em discordância com o Plano, aquelas obras que constituem realização parcial do que é previsto no mesmo.

§ 2º - Excentuam-se neste artigo as obras de reparo inadiáveis ou de urgência e que forem autorizadas pela Comissão Assessora do Plano Diretor.

Art. 4º - O Executivo Municipal, devidamente assessorado pela Comissão do Plano Diretor, determinará a oportunidade de serem realizadas as obras e melhoramentos urbanos previstos no Plano, e providenciará na execução dos estudos e operações técnicas complementares a mesma.

Art. 5º - Nenhuma construção poderá ser feita no Município, sem prévia autorização da Prefeitura Municipal.

§ 1º - Sempre que um proprietário solicitar licença para construção, a Prefeitura Municipal providenciará a locação do terreno, baseado no alinhamento previsto pelo Plano Diretor.

§ 2º - O não cumprimento do artigo em questão caracterizará em infração, devendo ser lavrado em auto de infração.

§ 3º - Após trinta (30) dias do auto de infração do presente artigo, o proprietário incorrerá no pagamento de um por cento (1%), sobre o valor da obra.

§ 4º - O proprietário terá o prazo de noventa (90) dias a contar da data do auto de infração para enquadrar a construção na presente Lei.

§ 5º - Decorrido este prazo, ou não cumprimento do parágrafo anterior a municipalidade mandará demolir a construção às custas do proprietário.

## CAPÍTULO II ZONEAMENTO

Art. 6º - Para os efeitos da presente Lei, fica a cidade dividida nas seguintes zonas:

- 1 – ZR – Zona Residencial
- 2 – ZC – Zona Comercial Varejista
- 3 – ZI – Zona Industrial
- 4 – ZCS – Zona de Chácaras Suburbanas, compreendidas em uma faixa de terra de dois (2) Km de largura, contados a partir do perímetro externo das Zonas anteriores.

### 1 – ZONA RESIDENCIAL – ZR

Art. 7º - Na zona residencial somente serão permitidas construções e instalações que não atendem contra o caráter da mesma, tais como:

- 1 – Habitação
- 2 – Escritórios Profissionais
- 3 – Atividades comerciais cotidianas
- 4 – Pensões
- 5 – Hotéis
- 6 – Templos Religiosos
- 7 – Hospitais, ambulatórios e clínicas
- 8 – Instituições culturais
- 9 – Escolas
- 10 – Associações

11 – Instituições de assistência social

12 – Consultórios

13 – Comércio Varejista que não ocupe área superior a 40 metros quadrados.

Art. 8º - Na zona residencial haverá um recuo mínimo de 4 metros para ajardinamento, independente do recuo de alargamento de rua.

Art. 9º - A altura das construções nessa zona será de 0,5 vezes a distância da fachada do prédio a ser construído, até o alinhamento dos lotes opostos.

Art. 10º - A altura máxima, no alinhamento previsto para o recuo de ajardinamento, será de 10 metros.

§ 1º - Para o cálculo da altura, compreende-se a distância em metros do solo até o forro do último pavimento.

§ 2º - Nos lotes de esquina, em que houver permissão para dois gabaritos, prevalecerá o maior gabarito na rua de menor gabarito, até 30 metros da esquina.

Art. 11º - A construção poderá ter mais um pavimento além do permitido pelos artigos 9º e 10º, se possuir o pavimento térreo livre sobre pilotis, somente ocupado por vestíbulo de entrada, elevadores, reservatórios, garagens, incineradores, salas de transformadores, contadores, escadas e apartamento do zelador que tenha no máximo 70 metros quadrados, devendo ocupar no máximo 50% da projeção geométrica da área coberta o conjunto destes elementos.

Art. 12º - A taxa de ocupação do solo nessa zona será de 2/3 da área do lote.

Art. 13º - A área máxima construída não poderá ser superior a duas vezes a área do lote.

Art. 14º - Os recuos laterais e de fundos serão de  $h/2 - 1,5$  sendo  $h$  a altura em metros da construção.

§ único – Nos edifícios de mais de dois pavimentos os recuos laterais de fundo serão feitos a partir do pavimento térreo.

Art. 15º - Não serão considerados como área construída os pisos térreos sobre pilotis com os elementos constantes do art. 11º.

Art. 16º - O recuo mínimo de fundos será de 4 metros.

§ único – Estarão isentos de recuo de fundos e lateral somente garagens de uso dos moradores do prédio, não podendo, neste caso, ultrapassar ao último terço do lote.

Art. 17º - Nesta zona os lotes deverão ter uma testada mínima de 15 metros e uma área mínima de 450 metros quadrados.

## 2 – ZONA COMERCIAL – ZC

Art. 18º - Na zona comercial somente serão permitidas construções e instalações que não atentem contra o caráter da mesma, tais como:

- 1 – Comércio varejista em geral
- 2 – Serviço de uso público
- 3 – Lavanderias
- 4 – Manufaturas
- 5 – Garagens
- 6 – Casas de diversões
- 7 – Oficinas mecânicas vinculadas a agências de automóveis
- 8 – Comércio atacadista
- 9 – Depósitos

§ 1º - É permitida ainda nesta zona as atividades constantes no artigo 7º.

§ 2º - Fica proibida nesta zona, a localização de hospitais e casas de saúde.

Art. 19º - A altura das construções nesta zona será de uma vez a distância da fachada do prédio a ser construída, até o alinhamento dos lotes opostos.

Art. 20º - A altura máxima no alinhamento será de 20 m.

§ 1º - Para o cálculo da altura compreende-se a distância em metros do solo até o forro do último pavimento.

§ 2º - Nos lotes de esquina em que houver permissão para dois gabaritos, prevalecerá o maior gabarito na rua de menor gabarito, até 30 metros da esquina.

Art. 21º - A construção poderá possuir mais um pavimento além do permitido pelos artigos 19º e 20º, se possuir o térreo livre sobre pilotis, somente ocupado por vestíbulos de entrada, elevadores, reservatórios, garagens, incineradores, salas de transformadores, contadores, escadas e apartamento do zelador que tenha no máximo 70 metros quadrados, devendo o conjunto construído ocupar o máximo de 50% da projeção geométrica da área coberta.

Art. 22º - A ocupação do lote nesta zona será de 3/4 da área total.

Art. 23º - A área máxima construída não poderá ser superior a duas vezes a área do lote.

§ único – Não serão contados no cálculo de área neste artigo, os pisos térreos livre sobre pilotis com os elementos constantes no artigo 21º.

Art. 24º - Os recuos laterais e de fundos serão de  $h/3 - 1,5$  sendo  $h$  a altura da construção em metros, e contados a partir do terceiro pavimento.

Art. 25º - O recuo mínimo será de 4 metros nos fundos.

§ único – Estarão isentos de recuo de fundos e lateral somente garagens de uso dos moradores do prédio, não podendo, neste caso, ultrapassar ao último terço do lote.

Art. 26º - Nesta zona os lotes deverão ter uma testada mínima de 15 metros e área mínima de 450 metros quadrados.

§ único – Fica esta zona isenta de recuo para ajardinamento.

### 3 – ZONA INDUSTRIAL – ZI

Art. 27º - Na zona industrial somente serão permitidas as instalações e construções que não atentem contra o caráter da mesma, tais como:

- 1 – Indústrias pesadas e ruidosas
- 2 – Indústrias leves
- 3 – Depósitos de mercadorias
- 4 – Oficinas mecânicas
- 5 – Garagens

§ 1º - É permitida ainda nesta zona as atividades constantes nos artigos 7º e 18º.

§ 2º - Fica proibida nesta zona a localização de hospitais e casas de saúde.

Art. 28º - A altura das construções na zona industrial será de meia (0,5) vez a distância da fachada do prédio a ser construída até o alinhamento dos lotes opostos.

Art. 29º - A altura máxima das construções nesta zona será de 18 metros.

§ 1º - Para construções de fins residenciais nesta zona a altura máxima será de 10 metros.

§ 2º - Para o cálculo da altura compreende-se a distância em metros do solo até o forro do último pavimento.

§ 3º - Nos lotes de esquina em que houver permissão para dois (2) gabaritos prevalecerá o de maior gabarito na rua de menor gabarito até 30 metros da esquina.

Art. 30º - A construção poderá possuir mais um pavimento além do permitido pelos artigos 28º e 29º se possuir o térreo livre sobre pilotis, somente ocupados por vestíbulo de entrada, elevadores, garagens, incineradores, salas de transformadores, contadores, escadas e apartamento do zelador que tenha no máximo 70 metros quadrados, devendo ocupar o conjunto no máximo 50% da projeção geométrica da área coberta.

Art. 31º - A taxa de ocupação do solo nesta zona será de 3/4 da área do lote.

§ único – Nas construções para fins residenciais a taxa de ocupação será de 1/2 da área do lote.

Art. 32º - A área máxima construída não poderá ser superior a duas vezes e meia (2,5) a área do lote.

§ 1º - Nas construções para fins residenciais a área máxima construída será uma (1) vez a área do lote.

§ 2º - Não serão contados no cálculo de área deste artigo os pisos térreos livres sobre pilotis com os elementos constantes do artigo 30º.

Art. 33º - Os recuos laterais e de fundos serão de  $h/3$ , sendo  $h$  a altura da construção em metros, sendo contados a partir do 3º pavimento.

§ único – Nos edifícios de mais de três pavimentos os recuos laterais e de fundo serão feitos a partir do pavimento térreo.

Art. 34º - O recuo mínimo de fundo será de 4 metros.

§ único – Estarão isentos de recuo de fundo e lateral, somente garagens de uso dos moradores do prédio, não podendo, neste caso, ultrapassar ao último terço do lote.

Art. 35º - As dimensões mínimas desta zona serão de 15 metros de testada e 1.200 metros quadrados de área.

Art. 36º - Fica esta zona isenta de obrigatoriedade de recuo para jardins.

#### 4 – ZONA DE CHÁCARAS SUBURBANAS – ZCS

Art. 37º - Na zona de chácara suburbana somente serão permitidas construções e instalações que não atentem contra o caráter da mesma, tais como:

- 1 – Habitação
- 2 – Templos
- 3 – Ambulatórios e clínicas
- 4 – Instituições culturais e sociais
- 5 – Escolas
- 6 – Atividades comerciais quotidianas
- 7 – Hospitais e casa de saúde
- 8 – Aviários
- 9 – Tambos
- 10 – Chácaras para atividades agrícolas, etc...

Art. 38º - Nesta zona, as construções deverão ter um recuo mínimo de 15 metros.

Art. 39º - Nesta zona os lotes deverão ter uma testada mínima de 60 metros e área mínima de 8.400 metros quadrados.



CAPÍTULO III  
LOTEAMENTOS

Art. 40° - Os loteamentos de caráter urbano ou de caráter rural no município, deverão seguir as normas para ruas, lotes, ocupação do terreno e altura da presente Lei.

Art. 41° - Os interessados em lotear dentro do município deverão requerer licença à Prefeitura, apresentando os seguintes elementos:

1 – Memorial contendo a denominação da área, a área, limites, situação e outras características do imóvel.

2 – Título de posse e domínio do terreno a ser loteado sem cláusulas de gravação por servidão pública.

3 – Certidão negativa do Registro de Imóveis, provando não estar gravado por hipoteca ou ônus real, ou com consentimento expreso de credor.

4 – Planta esquemática da gleba a ser loteada, a situação, limites e demais elementos que identifique e caracterize o imóvel.

Art. 42° - Ao conceder a aprovação preliminar, a Prefeitura através da Diretoria de Obras e da Comissão Assessora do Plano Diretor e também pela D.U.H., determinará a localização das vias gerais que cruzam ou tangenciam a área a ser loteada e fixará a orientação a ser seguida, a fim de harmonizar o novo loteamento com a legislação e diretrizes do Plano Diretor, ou se esse houver, diretrizes gerais aconselháveis.

Art. 43° - O requerimento, documento e plantas apresentadas deverão estar devidamente seladas e assinadas pelo proprietário, ou a quem o represente legalmente.

Art. 44° - A Prefeitura poderá exigir ainda, além dos documentos mencionados, a apresentação de outro que julgar necessário.

Art. 45° - Para garantia do cumprimento das obrigações do loteador, bem como das multas para os mesmos, a Prefeitura reterá uma caução de um lote por quadra.

Art. 46° - Os loteamentos de caráter urbano, só poderão ser liberados se obedecerem a um programa de prioridade de área a serem urbanizadas sucessivamente, a critério da D.U.H.

Art. 47° - Depois de obtida a licença deverá ser apresentado pelo loteador o projeto definitivo, acompanhado do que se segue em três cópias devidamente seladas e assinadas por profissional legalmente habilitado.

1° - nos loteamentos de caráter urbano

- a) Projeto de rede elétrica.
- b) Projeto completo da rede de distribuição d'água.
- c) Projeto completo de esgoto pluvial.

- d) Tipo de pavimentação.
- e) Projeto das obras de arte.

2º - nos loteamentos de caráter rural

- a) Projeto de abastecimento de água sem tratamento.

§ único – A execução das obras constantes dos projetos referidos no presente artigo e serviços de terraplanagem deverão ser realizados pelo loteador.

Art. 48º - Fica dispensado da apresentação dos documentos de que tratam os itens 1º e 2º do artigo 47º, quem fizer prova, dentro do prazo de quinze (15) dias, da aquisição do terreno anteriormente a data da promulgação da presente Lei.

Art. 49º - O projeto definitivo constará de:

1 – Uma planta original em escala adequada e três cópias do relevo do solo por meio de curvas de nível de metro em metro, construções existentes, mananciais de água, orientação do norte magnético e projeto de alinhamento (arruamentos e espaços verdes) e amarrados a pontos definidos do município.

2 – Perfis longitudinais dos eixos dos arruamentos, na escala 1:1000 horizontal e 1:100 vertical.

3 – Perfis transversais das ruas.

Art. 50º - Nos loteamentos de caráter urbano não poderão ser loteados os terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, sem que sejam aterrados até a cota livre das enchentes.

§ 1º - Os aterros de obras necessárias serão executadas juntamente com as aberturas das vias públicas.

§ 2º - Nos loteamentos de caráter rural essas áreas só poderão ser utilizadas para fins agrícolas.

Art. 51º - A Prefeitura não aprovará o projeto de abertura de logradouros, que possam resultar em prejuízo com a destruição de reservas florestais.

Art. 52º - Os projetos de arruamentos deverão ser organizados de maneira a não atingirem nem comprometerem propriedades de terceiros não podendo resultar qualquer ônus para a Prefeitura.

Art. 53º - As ruas deverão ser pavimentadas de acordo com o exigido pela Prefeitura, ouvida a Comissão Assessora do Plano Diretor.

Art. 54º - Nos loteamentos de caráter urbano as ruas e avenidas serão de:

Avenidas principais.....	30 metros
Avenidas de circulação interna.....	25 metros
Ruas principais.....	18 metros
Ruas secundárias.....	16 metros

Art. 55° - As ruas em “cul-de-sac” não poderão ter mais de 80 metros de comprimento.

Art. 56° - As quadras não poderão ter mais de 180 metros de comprimento e sua largura o mínimo de 60 metros e o máximo de 90 metros.

§ único – Em casos especiais, as quadras poderão ter mais de 180 metros de comprimento, a critério da Comissão Assessora do Plano Diretor, deixando no meio da quadra uma passagem para pedestres de no mínimo 6 metros de largura.

Art. 57° - As sangas deverão ser canalizadas pelas vias públicas, não podendo cortar as áreas vendáveis.

Art. 58° - Nos loteamentos de caráter rural as vias deverão ter a largura de:

Vias de ligação.....20 metros

Vias locais.....15 metros

Art. 59° - As declividades das vias deverão ser de 0,5% mínimo até o máximo de 12%.

Art. 60° - Os quarteirões de chácaras não poderão ter mais de 600 metros de face para a qual dão as testadas e 300 metros na outra face do quarteirão.

Art. 61° - Os lotes de chácaras terão uma testada mínima de 60 metros e área mínima de 8.400 metros quadrados.

§ único – Nas zonas de chácaras somente serão permitidos tipos de lotes previstos no Plano Diretor.

(não há o artigo 62° na cópia)

Art. 63° - As áreas de praças nunca serão inferiores a 10% da área da gleba nos loteamentos de caráter urbano.

Art. 64° - A área para escolas e outros órgãos de interesse público não deverá ser inferior a 5% da área da gleba nos loteamentos de caráter urbano.

Art. 65° - O loteador dará ao município sem qualquer ônus para esse, por ato público, as áreas verdes, lotes dos prédios públicos e áreas das ruas.

§ único – A doação ao município, das áreas ocupadas por ruas, verdes e áreas dos prédios públicos será constante do projeto total do loteamento, quando da aprovação do mesmo.

Art. 66° - A execução total das obras e serviços relativos aos projetos, deverão ser executados dentro de um prazo proporcional a área do loteamento, em prazo que não ultrapasse dois anos.

§ único – É permitida a execução parcial, sendo liberada para venda dos lotes, as quadras devidamente executadas todos os serviços.

Art. 67° - Quando houver conveniência por parte do Poder Executivo, poderá este executar os serviços de que trata o § único do art. 48°, desde que faça doação à Municipalidade de 35% dos lotes vendáveis de cada quarteirão constantes dos loteamentos.

§ 1° - A receita conseguinte das vendas dos lotes doados ao Município só poderá ser aplicada para cobrir as despesas com os serviços de utilidade pública a serem executados no loteamento.

§ 2° - A execução das obras por parte da Municipalidade, não isenta o loteador da realização e apresentação dos respectivos projetos.

#### CAPÍTULO IV DISPOSIÇÕES GERAIS E FINAIS

Art. 68° - A receita do imposto de transmissão "Inter-vivos", previsto no orçamento anual do Município será destinada em 70% para aplicação do Plano Diretor, em desapropriações, obras e serviços, e 30% restantes em habitação popular.

Art. 69° - A destinação desta verba será sugerida pela Comissão do Plano Diretor, aprovada pelo Legislativo Municipal e realizada pelo Executivo.

Art. 70° - Os casos omissos na presente Lei serão resolvidos pela Comissão Assessora do Plano Diretor e ouvidos os técnicos da D.U.H.

Art. 71° - A presente Lei entrará em vigor na data de sua publicação, sendo revogadas as disposições em contrário.

Gabinete do Prefeito Municipal de Feliz, 16 de Maio de 1964.

KUNO STOFFELS  
Vice-Prefeito Municipal em exercício.