

# Caracterização dos Fluxos de Materiais de um Município Brasileiro de Pequeno Porte

SILA DA CUNHA SILVEIRA<sup>1</sup>, MIGUEL ALOYSIO SATTler<sup>2</sup>, EUGENIA AUMOND KUHN<sup>3</sup>



1 Autor, Arquitetura e Urbanismo, UFRGS.  
2 Orientador, Engenheiro civil e agrônomo, PhD, Prof. Associado III no PPGECC.  
3 Co-orientador. Arquiteta e urbanista, MEng pelo PPGECC, doutoranda no PPGECC.

CSA - Ciências Sociais e Aplicadas

## INTRODUÇÃO

A Análise de Fluxos de Materiais é uma abordagem baseada no conceito de metabolismo urbano recorrentemente aplicada em países europeus na avaliação da sustentabilidade ambiental na escala local. A partir do cômputo e análise dos fluxos materiais e de energia que entram ou deixam um determinado território, a AFM permite extrair diversos indicadores de desempenho ambiental. Os estudos encontrados na literatura focam nas grandes cidades e as economias nacionais europeias contam com um método padronizado de aplicação, o guia Eurostat; entretanto inexistem pesquisas acerca do tema no Brasil.

## OBJETIVOS

- Caracterizar os fluxos de materiais de um município brasileiro de pequeno porte, adotando como estudo de caso o município de Feliz/RS.
- Desenvolvimento de um detalhamento metodológico de AFM para a caracterização dos fluxos de materiais de municípios brasileiros de pequeno porte.

## RESULTADOS

Como resultados da pesquisa, obtiveram-se os valores dos fluxos de materiais de entrada e de saída do município de Feliz. A tabela 1 apresenta as principais categorias de fluxos, as quais, na pesquisa, foram decompostas em diversos níveis de agregação e, conseqüentemente, de detalhamento das informações. A partir dela e de tabelas com maior nível de detalhamento, desenvolveram-se análises ambientais do município de Feliz. A tabela 2 apresenta uma análise comparativa, entre os resultados de diferentes cidades e de Feliz. A comparação é realizada a partir do principal indicador de fluxos, chamado DMC (Domestic Material Consumption).

ENTRADAS:	Quantidade (t)
<b>Entradas para balanço</b>	<b>48.672,23</b>
Da combustão de biomassa	11.291,19
Da combustão de derivados do petróleo	37.401,06
<b>Extração Local</b>	<b>97.985,40</b>
Combustíveis fósseis	-
Minerais	77.555,70
Metálicos	-
Industriais	-
Para construção	77.555,70
Argila	46.651,00
Arenito	4.772,60
Saibro	25.455,67
Cascalho	676,43
Biomassa	20.429,70
Biomassa da agricultura	11.308,56
Biomassa da silvicultura	6.617,62
Biomassa de outras atividades	3,51
<b>Importações</b>	<b>241.590,40</b>
Matéria-prima/materiais crus	72.673,46
Produtos semi-manufaturados	39.002,70
Produtos finais	29.451,09
Produtos não enquadrados	57.436,72
Embalagens	496,43
Resíduos	42.529,99

## MÉTODO

Primeiramente são definidas as fronteiras do sistema a ser analisado, baseando-se conceitualmente em um modelo no qual a sociedade/economia está embutida no ambiente natural planetário, conectando-se a ele via fluxos de materiais e de energia. O sistema natural do município é considerado independente do sistema humano, razão pela qual extração é considerada como entrada e resíduos que ficam no município como saídas.

A partir dessa definição, são quantificados as entradas e saídas do sistema, em relação ao sistema natural e às demais economias, bem como o estoque acumulado no período. A aplicação da AFM ao município de Feliz/RS, foi realizada, então, nas seguintes etapas:

- Identificação de categorias de materiais (inicialmente baseada na proposta do guia Eurostat, por ser o método usado de base para o desenvolvimento das pesquisas mais recentes na escala local) e das fontes de dados.
- Processamento dos dados obtidos: desenvolvimento do detalhamento metodológico, através da organização preliminar, agrupamento e conversões de unidades para harmonização dos resultados, atingindo-se nesta etapa um dos objetivos do trabalho.
- Análise dos resultados preliminares, triangulação de evidências, refinamentos e análise dos resultados finais.

SISTEMA HUMANO DE FELIZ:	Quantidade (t)
<b>Adição aos estoque - biomassa</b>	<b>13.843,06</b>
Madeira serrada e bruta	9.115,60
Madeira - carpintaria, painéis e produtos em geral	1.981,71
Móveis de madeira, vime ou ratã	693,02
Produtos de papel estocáveis	490,64
Outros produtos	82,87
Animais vivos - rebanho bovino adicionado	1.240,31
Plantas vivas	238,91
<b>Adição aos estoque - minerais</b>	<b>61.965,69</b>
Materiais de construção	58.891,92
Minerais não metálicos	52.433,80
Saibro	24.994,99
Áreas naturais	12.164,86
Calhaus, cascalho, pedras britadas, etc.	8.817,28
Minerais metálicos	6.458,12
Barras de ferro ou aço não ligado	5.969,06
Máquinas e eletrodomésticos	1.750,88
Veículos	1.068,07
Aparelhos eletro-eletrônicos	180,36
Artefatos de uso doméstico	74,47
<b>Adição aos estoque - combustíveis fósseis</b>	<b>428,83</b>
Material de Construção	-
Lonas em geral e filmes agropecuários	124,73
Roupas e artigos de uso doméstico	89,34
Outros produtos	23,18
<b>Resíduos Industriais com reciclagem</b>	<b>324,14</b>

SAÍDAS:	Quantidade (t)
<b>Saídas para balanço (água)</b>	<b>29.993,58</b>
Decorrentes da combustão de biomassa	15.304,53
Decorrentes da combustão de derivados do petróleo	14.716,57
<b>Para a natureza local</b>	<b>50.841,89</b>
Para o ar	38.854,04
Emissões de CO2 devido a combustão	38.854,04
Combustão de biomassa	5.414,50
Combustão de derivados do petróleo	33.439,54
Depositados em aterros	6.344,40
De construção e demolição	6.344,40
Emissões para água e solo	885,42
Efluentes domésticos (parte sólida)	885,42
Dissipados	4.758,03
Fertilizantes e herbicidas etc.	4.295,10
Fertilizantes e corretivos do solo	3.872,24
Herbicidas, fungicidas etc.	422,86
Sementes	442,34
Industriais (encaminhados para agricultura)	20,59
<b>Para a natureza exterior</b>	<b>2.281,39</b>
Para o ar	499,25
Industriais (encaminhados para queima)	154,25
De saúde	345,00
Depositados em aterros	1.782,14
Urbanos com coleta municipal	1.541,70
Industriais (encaminhados para aterro)	240,44
Emissões para água e solo	-
Dissipados	-
<b>Para a natureza (destino não identificado)</b>	<b>18.788,76</b>
Para o ar	60,80
Industriais (encaminhados para queima)	60,80
Depositados em aterros	-
Industriais (encaminhados para aterro)	4,12
Emissões para água e solo	-
Dissipados	18.727,96
Industriais (encaminhados para agricultura)	25,92
Resíduos/fertilizantes da produção pecuária	11.872,77
Resíduos de cama de aviário	7.840,65
Dejetos de suínos	1.340,79
Dejetos de bovinos de corte	1.753,45
Dejetos de bovinos de leite	514,49
Dejetos de galinhas/poedeiras	386,57
Dejetos de outros animais da zona rural	36,82
Resíduos de serragem com destino n. e	6.829,27
<b>Outros resíduos industriais sem especificação</b>	<b>1.111,79</b>
<b>Exportações</b>	<b>187.687,99</b>
Matéria-prima/materiais crus	37.624,15
Produtos semi-manufaturados	2.789,25
Produtos finais	66.343,51
Produtos não enquadrados	68.343,89
Embalagens	84,61
<b>Resíduos exportados (reciclagem)</b>	<b>12.502,57</b>
Industriais (encaminhados para reciclagem)	4.248,57
Urbanos (coleta municipal encaminhados reciclagem)	667,33
Outros resíduos exportados com NF-e	7.586,67

Tabela 2. Comparativo Feliz / outras Economias.

## CONCLUSÕES

Ainda que a dispersão e a dificuldade de acesso aos dados primários nas diferentes fontes se apresentem como uma barreira para a aplicação da AFM em municípios brasileiros, conseguiu-se chegar a uma quantidade e a um nível de detalhamento de informações bastante satisfatórios. Com a contribuição de um modelo metodológico e a aplicação do mesmo em um município de pequeno porte (aquele que promove o abastecimento e a conservação dos recursos naturais do país por abrigar as atividades agropecuárias e ainda apresentar áreas com níveis relativamente baixos de interferência antrópica), acredita-se ter-se conseguido um importante passo inicial para este processo no Brasil. Binder (2009) afirma existir ainda um longo caminho a ser percorrido até todo o potencial da AFM ser explorado, enquanto uma ferramenta de suporte ao planejamento e a políticas de governo.

## REFERÊNCIAS

KUHN, E. A. Contribuições para a Análise de Fluxos de Materiais: uma abordagem para a avaliação de sustentabilidade ambiental de municípios brasileiros de pequeno porte. Results of Material Flow Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, v. 2011. Qualificação de doutorado – Escola de Engenharia, PPGECC, UFRGS, Porto Alegre. 13, n. 5, p. 643-649. Recuperado março 24, 2010, 2009.

Tabela 1. Balanço de Materiais.



MODALIDADE DE BOLSA

BIC - UFRGS



NORIE I Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação