

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

Solano Martini Silveira

**INDICADOR DE DESEMPENHO TÉCNICO E AMBIENTAL
PARA SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para conclusão
de curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental- TCC II

Florianópolis, SC
JUNHO/2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

Solano Martini Silveira

**INDICADOR DE DESEMPENHO TÉCNICO E AMBIENTAL
PARA SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para conclusão
de curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental- TCC II

Prof, Dr.Sebastião Roberto Soares
Orientador

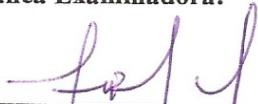
Florianópolis, SC
JUNHO/2011

INDICADOR DE DESEMPENHO TÉCNICO E AMBIENTAL PARA SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Trabalho submetido à Banca Examinadora
como parte dos requisitos para conclusão
de curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental- TCC II

Solano Martini Silveira

Banca Examinadora:

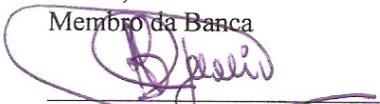


Prof, Dr. Sebastião Roberto Soares
Orientador



Prof.ª Dr.ª Alexandra Rodrigues
Finotti,

Membro da Banca



Prof., Dr. Armando Borges de
Castilhos Junior

Florianópolis, SC
JUNHO/2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina;

Agradeço ao Professor Doutor Sebastião Roberto Soares pelas orientações e sugestões a este trabalho.

Agradeço aos entrevistados pela atenção dada;

Agradeço aos membros da Banca Professor Doutor Armando Borges de Castilhos Junior e Professora Doutora Alexandra Rodrigues Finotti.

RESUMO

Este trabalho trata da aplicação e validação de um indicador de desempenho técnico e ambiental para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRSU) num conjunto de municípios do estado de Santa Catarina. Através da aplicação deste indicador e dos resultados fornecidos por este, foi possível realizar, entre os municípios, a comparação de desempenho da GIRSU nos aspectos técnicos e ambientais em cada etapa do ciclo de vida dos seus resíduos sólidos. Por fim estão apresentadas também considerações a respeito dos fatores intervenientes nestes resultados e as conclusões deste processo.

Palavras-chave: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Indicador, Validação.

ABSTRACT

This work deals with the application and validation of an indicator of technical and environmental performance for the integrated management of municipal solid waste in a number of municipalities in the state of Santa Catarina. As a result presents the performance of these municipalities, criticisms and suggestions for adjustments to the indicator. Through the application of this indicator and the results provided by this, it was possible, between the municipalities, the performance comparison of GIRSU technical and environmental aspects at each stage of the life cycle of their solid waste. Finally considerations are also made about the factors involved in these results and conclusions of this process.

Key-words: Integrated Management of Solid Waste, Indicator, Validation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura do indicador.....	12
Figura 2-Ciclo de vida dos RSU.....	16
Figura 3- Fluxograma do processo de melhoria contínua adaptado do PDCA ..	25
Figura 4- Exemplo de questão e forma de resposta do questionário.....	27
Figura 5-Sub divisão do estado de SC por regiões hidrográficas	29
Figura 6- Matriz de desempenho ambiental	23
Figura 7-Matriz de desempenho técnico.....	24
Figura 8-Gráfico de Desempenho dos aspectos técnicos por municípios	33
Figura 9-Gráfico de Desempenho Técnico ECV por município.....	35
Figura 10-Desempenho técnico por municípios	36
Figura 11-Desempenho ambiental ECV por município.....	37
Figura 12-Grafico de desempenho Ambiental ECV por município.....	38
Figura 13-Desempenho ambiental Global por município.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Municípios visitados pela pesquisa.....	28
Tabela 3- Desempenho dos aspectos técnicos por município	33
Tabela 4- Desempenho Técnico dos municípios por etapa do ciclo de vida.....	34
Tabela 5- Resultado Técnico Global do IDTA-GIRSU por município.....	35
Tabela 6- Desempenho dos aspectos ambientais por município.....	37
Tabela 7- Desempenho Ambiental dos municípios por etapa do CV	38
Tabela 8-Resultado Ambiental Global do IDTA-GIRSU por município.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GIRSU – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos

PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos

TCC- Trabalho de Conclusão de Curso

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos.

SC- Santa Catarina

IDTA-GIRSU- Indicador de Desempenho Técnico e Ambiental para
GIRSU

ACV- Avaliação do Ciclo de Vida

MCD- Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão

CV- Ciclo de Vida

ANA- Agencia Nacional de Águas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO.....	14
2.1.OBJETIVO GERAL.....	14
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1.GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	15
3.2.APOIO A DECISÃO	16
3.3.APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO (MCDA).....	17
3.4.VALIDAÇÃO DO MODELO DE APOIO A DECISÃO CONSTRUTIVISTA	18
3.5.ANÁLISES DE SENSIBILIDADE	19
3.6.ESTRUTURA DO IDTA-GIRSU	19
3.6.1. Estrutura da avaliação ambiental.....	20
3.6.2. Estrutura da avaliação Técnica	20
3.6.3. Estrutura matemática do modelo	21
4. METODOLOGIA	25
4.1.PLANEJAMENTO.....	25
4.1.1. Estudos preliminares	25
4.1.2. Elaboração do questionário de partida	26
4.2.APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	27
4.2.1. Procedimento para aplicar o questionário.....	27
4.2.2. Procedimento para contatar aterros sanitários e municípios.....	27
4.2.3. Aplicação nos aterros.....	29
4.2.4. Aplicação nos municípios	30
4.2.4.1. Florianópolis	30
4.2.4.2. Garopaba.....	30
4.2.4.3. Imbituba.....	30
4.2.4.4. Laguna	31
4.2.4.5. Águas Mornas	31
4.2.4.6. Tubarão	31
4.2.4.7. Imaruí.....	31
4.2.4.8. São José	31
4.2.5. Fatores limitantes a esta etapa	32
4.3.ANÁLISE CRÍTICA E AJUSTES	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1.RESULTADOS DA AVALIAÇÃO TÉCNICA	33
5.2.RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	36
5.3.ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS.....	40
5.3.1. Resultados e descritores do modelo	40
5.3.2. Resultados e qualidade dos dados de entrada do indicador	42
6. CONCLUSÃO.....	43
6.1.ASPECTOS GERAIS	43

6.2.ALCANCE DOS OBJETIVOS	43
6.3.CONCLUSÃO FINAL	45
7. BIBLIOGRAFIA	47
ANEXO A – FORMULÁRIOS IDTA-GIRSU	49
ANEXO B – FORMULÁRIOS PROPOSTOS IDTA-GIRSU	50

1. INTRODUÇÃO

Citar os benefícios de uma gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRSU) ideal não requer muito esforço a não ser para enumerá-los. Pode-se destacar neste exercício, por exemplo, a melhoria do aspecto estético de uma cidade, o auxílio na eficiência de outros setores do saneamento, a inclusão social nas fases de coleta e tratamento de recicláveis, o prolongamento da vida útil de aterros sanitários e mais uma porção de fatores determinantes para a qualidade de vida de uma população.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em 2010, deixa claro seu desejo de impulsionar a busca por este modelo ideal ao trazer no seu texto, exigências quanto ao bom desempenho operacional e ambiental no manejo dos resíduos urbanos por parte dos municípios. Mas como avaliar a heterogeneidade de experiências de GIRSU nas cidades brasileiras de modo a identificar pontos fortes e falhos nas diferentes etapas que a compõe?

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) busca avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) de municípios do estado de Santa Catarina (SC) através do indicador de desempenho técnico e ambiental para sistemas de GIRSU (IDTA-GIRSU) desenvolvido por Petroll (2010) e realizar a validação do modelo.

A principal característica deste indicador está na sua estrutura, que combina a Abordagem Simplificada do Ciclo de Vida (ACV) com a Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão (MCDA). De modo geral, para cada etapa do ciclo de vida dos RSU (geração, acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e disposição final) diversos critérios de análise são apresentados, divididos entre aspectos técnicos e ambientais.

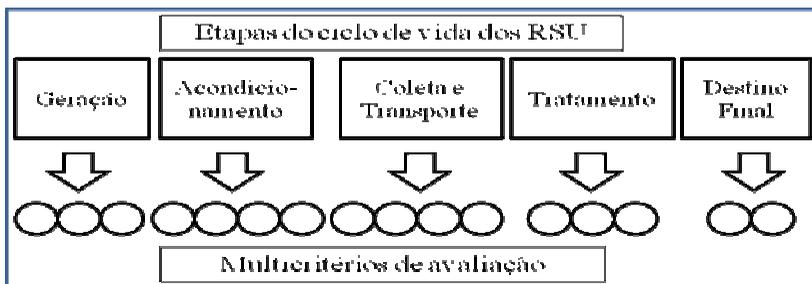


Figura 1- Estrutura do indicador

O resultado do indicador é materializado através de uma planilha do Microsoft Excel que apresenta um valor geral para o desempenho técnico e outro para o desempenho ambiental. A planilha traz consigo ainda a identificação dos critérios que menos contribuíram para um melhor desempenho e recomendações para a sua melhoria.

O TCC trata, portanto, de aplicar este instrumento de gestão com o objetivo de fazer observações quanto aos resultados produzidos pelos critérios de avaliação e sobre o próprio desempenho dos municípios participantes da pesquisa. Por fim, espera-se que este o trabalho contribua no aperfeiçoamento do indicador para torná-lo uma opção disponível a gestores como ferramenta de apoio á tomada de decisão na GIRSU e, para que conste como possível referencia para a elaboração e regulamentação de modelos de avaliação de desempenho de GIRSU previstos no PNRS.

A apresentação deste trabalho inicia-se no capítulo 1 com uma introdução geral ao tema ao qual se refere. No capítulo 2 estão expostos os objetivos que referenciam a execução do trabalho ao longo de suas etapas. O capítulo 3 trata de apresentar conceitos importantes sobre a estrutura do IDTA-GIRSU e sobre o sistema de GIRSU ao qual se propôs a avaliar. No capítulo 4 estão descritos os procedimentos executados na busca dos resultados atingidos pelo trabalho. O capítulo cinco traz os resultados deste trabalho, enquanto no capítulo seis são apresentadas conclusões e considerações finais. Por fim esta referenciada a bibliografia e demais fontes consultadas por este autor, além dos anexos e apêndices que complementam o estudo.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Aplicar, validar e aprimorar um modelo de avaliação Técnico e Ambiental da GIRSU em um conjunto de municípios do estado de Santa Catarina.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o formulário para aplicação do indicador;
- Identificar dificuldades para o desenvolvimento e aplicação do indicador;
- Realizar o processo de validação do modelo;
- Propor ajustes no modelo e seus indicadores.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O correto manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU) constitui um dos principais desafios deste milênio. Diante deste, o desenvolvimento de modelos integrados e sustentáveis de gestão, que consideram o seu ciclo de vida, de sua geração ao seu destino final, apresenta-se como uma das principais alternativas frente às antigas soluções praticadas até aqui, onde os RSU eram tratados de forma estanque e isolada (MORAES, LUIZ 2003).

Segundo a lei nº 12.305 que institui a política nacional de resíduos sólidos entende-se por gestão integrada de resíduos sólidos (GIRSU):

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

Segundo Moraes (1997) entende-se por sistema integrado um sistema que:

Utiliza as distintas, porém complementares atividades, de coleta e tratamento de resíduos sólidos, considerando as diferentes escalas da cidade (domicílios, bairros, cidade); envolve todos os atores da área, sejam governamentais ou não, formais ou informais, lucrativos ou não etc.; considera interações entre sistemas de manejo de resíduos sólidos e outros sistemas (ex.: drenagem, esgotamento sanitário etc.); trata-se, portanto, de um sistema de ciclo fechado, porém como parte de um “sistema” maior e interage com outros mantendo o equilíbrio sistêmico.

Para os efeitos deste estudo as etapas de geração, acondicionamento, coleta e transporte, tratamento e destino final foram identificadas como ciclo de vida sobre os quais a GIRSU se ocupa.

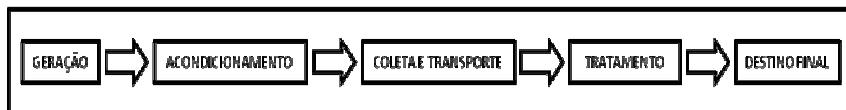


Figura 2-Ciclo de vida dos RSU

3.2. APOIO A DECISÃO

Segundo Ensslin et al (2003), aqueles que desejam fazer uso de metodologias de apoio à decisão, necessitam primeiro confrontar o seu paradigma científico construtivista com o paradigma racionalista adotado pela pesquisa operacional tradicional de tomada de decisão.

Quando se esta trabalhando com modelos formais, seja para apoiar a decisão (como fazem parte as metodologias Multicritério de apoio à decisão-MCDA), seja para tomar decisão (como advoga a pesquisa operacional tradicional [...]) se faz necessário escolher um paradigma científico). (ENSSLIN et al 2003, pag. 15).

Noronha (2000) afirma baseado nas considerações de Roy (1993) que existem três caminhos a serem seguidos quando se analisam contextos que envolvam decisões: o caminho realista, o axiomático e o construtivista.

O caminho realista leva o pesquisador a buscar modelos que tentem descrever o melhor possível à realidade, de modo a perseguir uma solução o mais próxima possível de um ótimo. Assim a visão realista só aceita uma solução correta para um problema, independentemente de quem a busque e isenta de valores. Tal visão é também chamada racionalista (NORONHA, 2000).

O caminho axiomático conduz o pesquisador a encontrar normas como ponto de partida para encontrar soluções. Esta orientação preocupa-se basicamente com as regras do jogo (ROY 1993 in NORONHA 2000). “enquanto o caminho realista está preocupado em representar a realidade da melhor maneira possível, o axiomático procura formalizar regras de decisão que devem ser seguidas pelos

decisores para que as decisões tomadas sejam consideradas validas” (NORONHA, 2000, Pag.18).

Já o caminho construtivista ocupa-se do processo decisório mais do que com a própria decisão. Neste caminho, se dá importância à construção do problema pelos seus próprios atores, de forma que com eles também sejam construídas, um conjunto de alternativas que possibilitem várias soluções para o mesmo desafio, dependendo de como os atores interpretam o contexto da decisão em função dos seus valores (ENSSLIN et al 2003).

Assim, Roy (1993) define o que seria a ciência da decisão baseada no caminho realista:

A ciência da decisão cujo propósito seria a busca por verdades objetivas na tomada de decisão e pelo conhecimento (se não preciso, mas pelo menos aproximado) da melhor decisão num dado contexto, através do uso de modelos apresentados como simplificações da realidade (ROY, 1993, pag. 199 tradução nossa, in NORONHA 2003).

E define a ciência de apoio à decisão como aquela que:

Procuraria desenvolver uma rede de conceitos, modelos, procedimentos e resultados capazes de formar um corpo de conhecimentos estruturado e coerente que pode agir, em conjunto com o corpo de hipóteses, como chaves para guiar a tomada de decisão e a comunicação de seus atores em conformidade com seus objetivos e valores (ROY, 1993, pag. 199 tradução nossa, in NORONHA 2003).

3.3. APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO (MCDA)

Metodologias multicritério de apoio à decisão estão inseridas no paradigma científico do construtivismo (ENSSIL et al 2003).

O objetivo do MCDA é, acima de tudo, nos permitir aumentar o grau de conformidade e coerência entre a evolução de um processo de tomada de decisão e os sistemas de valores e objetivos daqueles envolvidos no processo. A finalidade do auxílio-decisão é, portanto, para nos ajudar a fazer nosso caminho na presença de ambigüidade, incerteza e uma abundância de bifurcações.

Segundo Roy (2005), uma abordagem MCDA contribui para que o processo de tomada de decisão leve em conta um amplo espectro de

pontos de vista apontados pelos atores envolvidos, de forma a construir uma família de critérios que apresentam maior facilidade para serem debatidos quanto a questões como peso, veto e nível de aspiração na construção de um modelo.

A principal característica dos métodos de MCDA esta na formalização de modelos para preparação à decisão o que melhora a transparência do processo de decisão e evidencia a responsabilidade do decisor (Maystre e col,1994 apud SOARES ,2009).

Um modelo é materializado pelo conjunto de algoritmos associados aos objetivos propostos em um processo que consiste na definição de um conjunto de ações a serem avaliadas através de critérios de avaliação que, por sua vez, dependem de parâmetros que possam classificar e caracterizar tais critérios.

Geralmente a construção de critérios utiliza-se de elementos estruturais reconhecidos como parâmetros e indicadores. Hierarquicamente os parâmetros constituem os dados mais diretos a serem levantados e compõe a base da estrutura de avaliação. Em um nível seguinte encontram-se os indicadores, que representam um conjunto de dados de natureza diversa e agregados em uma característica sintética. Por fim encontram-se os critérios que representam de forma mais geral como um aspecto ou ação será julgada para se chegar a determinado objetivo.

De modo geral o MCDA é utilizado quando se dispõe de um problema formulado, de um conjunto de ações potenciais, de uma família coerente de critérios, de pesos dos critérios e limites de discriminação, quadro de desempenho; procedimento de normalização, modelo de agregação de critérios e procedimento de análises de sensibilidade e incertezas.

Entre os pontos citados a definição de um conjunto de critérios que permitem a avaliação de uma ação passa pela delimitação do sistema

De modo bastante simplista a estruturação de um problema corresponde ao que se deseja decidir, ou qual o objetivo a ser cumprido, por exemplo, o melhor modelo de GIRSU para um município.

3.4. VALIDAÇÃO DO MODELO DE APOIO A DECISÃO CONSTRUTIVISTA

De acordo com Montibeller Neto (2000) quando se desenvolve um método de construção para um problema e avaliação de suas alternativas de solução torna-se necessário aferir a sua eficiência quando

colocado em prática. O resultado deste experimento poderá ainda, revelar pontos fracos e fortes deste processo além de permitir avaliar o grau de coerência da teoria em relação a prática.

A validação de um modelo de apoio à decisão é algo polêmico principalmente pela dificuldade de se aplicar o conceito positivista de validação no qual o modelo só é válido se representar adequadamente a realidade. (LANDRY et. Al. 1983, in Noronha 2003). Num modelo de apoio a tomada de decisão construtivista não se está procurando representar a realidade, mas sim auxiliar uma pessoa ou grupo de pessoas a compreender melhor uma determinada situação problemática fornecendo subsídios para a tomada de decisão (Noronha, 2003).

Segundo Montibeller Neto (2000) existem duas formas de avaliar um método de apoio à decisão. A primeira de modo externo, ligada a busca por uma solução ótima, ou de sucesso da implementação de uma solução, ou representação da uma realidade. A segunda forma de avaliação volta-se para aspectos internos do método de apoio a decisão, já que se considera que os problemas são construídos e que o modelo de apoio à decisão depende de quem participa do processo (SMITH, 1988; LANDRY, 1995; ROY, 1996).

3.5. ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é o exame da robustez das respostas do modelo frente a alterações nos parâmetros do mesmo (Goodwin e Wright, 1991 in Ensslin et al 2001). Ela permite que se saiba se uma pequena alteração, por exemplo, da taxa de compensação de um critério ou da performance de uma ação, vai causar grande variação na avaliação das ações potenciais (Ensslin, et al, 2001).

Para Montibeller Neto (2000) a análise de sensibilidade de um modelo construtivista de apoio à decisão é um momento crítico, pois revela as preferências envolvidas na construção do modelo e os julgamentos qualitativos atribuídos ao mesmo pelo tomador de decisão.

3.6. IDTA-GIRSU

Este indicador, IDTA-GIRSU, é resultado do trabalho desenvolvido por Petroll (2010). Segundo o autor, a estruturação do IDTA-GIRSU é resultado da combinação da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista proposta por Ensslin et al.; (2001) com a abordagem simplificada de ACV.

O modelo divide a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em etapas do ciclo de vida. O conjunto destas representam a avaliação geral do modelo técnico e do modelo ambiental. A estrutura de avaliação está baseada em itens definidos por leis, regulamentos e boas práticas consolidadas em GIRSU relacionadas com o manejo dos resíduos. Do estabelecimento das relações meio-fins destes itens resulta a estrutura de avaliação, representada na Figura 3.

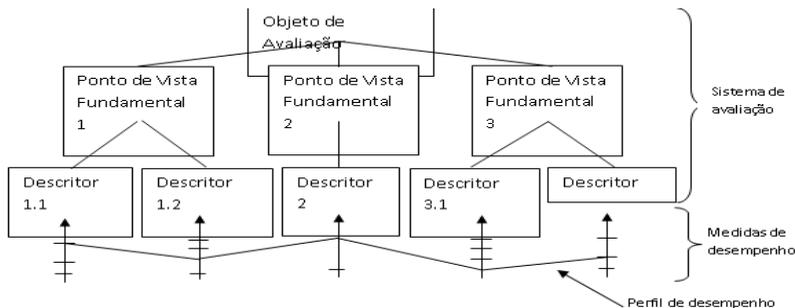


Figura 3-Representação da estrutura conceitual do modelo

Neste modelo de avaliação consideram-se as operações envolvidas no manejo dos resíduos em cada etapa do seu ciclo de vida, bem como os equipamentos utilizados. Os itens a seguir apresentam a estrutura do modelo de avaliação ambiental e do modelo de avaliação técnica.

3.6.1. Estrutura da avaliação ambiental

O IDTA-GIRSU valoriza as atividades que visem à redução nos fluxos de matéria e energia no seu CV. Uma representação de fluxos de entradas e saídas para cada etapa do ciclo de vida em uma Gestão de Resíduos Sólidos esta representada na Figura 4.

A partir do reconhecimento destes fluxos, da ACV, da legislação pertinente e boas práticas de gestão o modelo de avaliação técnica é estruturado conforme a representação da Figura 3.

3.6.2. Estrutura da avaliação Técnica

A estrutura da avaliação técnica esta baseada nas legislações pertinentes, bibliografia científica e de contato com especialistas e

gestores. Considera a abrangência do serviço de coleta, a existência de tratamento dos resíduos, dentre outras. A avaliação técnica é dividida nas mesmas etapas do ciclo de vida que a avaliação ambiental e sua estrutura segue a representada na Figura 3.

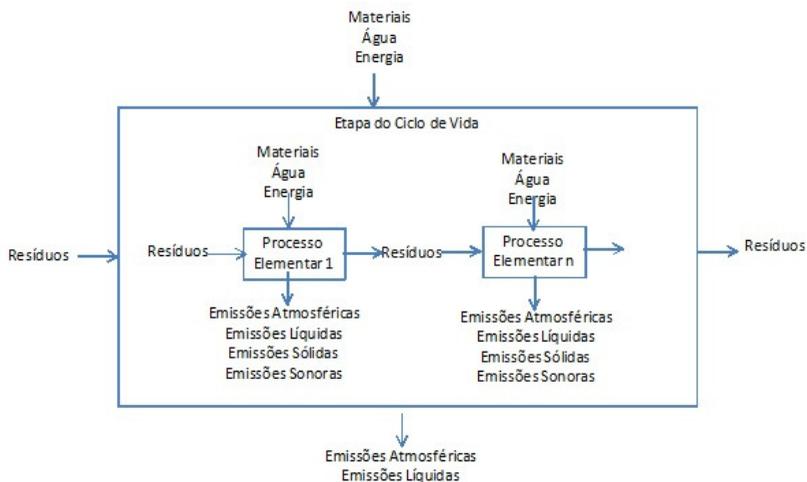


Figura 4-Representação de entradas e saídas de processos em ACV
 Autor: Petroll (2010)

3.6.3. Estrutura matemática do modelo

De acordo com Petroll(2010) o conjunto de critérios foi integrado de maneira matemática, para avaliar o desempenho dos subsistemas. A representação da estrutura matemática do modelo é apresentada na Figura 5.

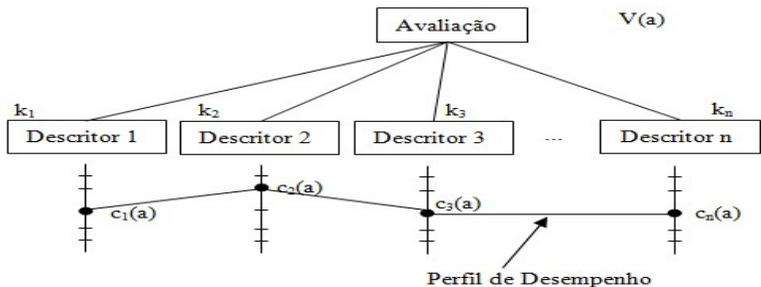


Figura 5-Estrutura matemática do IDTA-GIRSU
 Fonte: Petroll (2010)

A fórmula de agregação aditiva no indicador é dada pela equação a seguir:

$$V(a) = k_1c_1(a) + k_2c_2(a) + k_3c_3(a) + \dots + k_n c_n(a)$$

ou na forma genérica:

$$V(a) = \sum_{i=1}^n k_i c_i(a)$$

Equação 1-Forma genérica de agregação do modelo

Onde:

$V(a)$ → Valor Global da avaliação a.

k_i → Taxa de substituição dos aspectos e descritores 1, 2, ..., n.

$C_i(a)$ → Valor cardinal no descritor 1, 2,... , n.

n → Número de descritores do modelo.

Na estrutura matemática do modelo, para cada descritor e aspecto existem taxas de substituição, que são a perda de performance que uma ação potencial deve sofrer em um critério para compensar o ganho de desempenho em outro (ENSSLIN et al.; 2001). A Figura 6 exemplifica a aplicação das taxas de substituição do indicador.

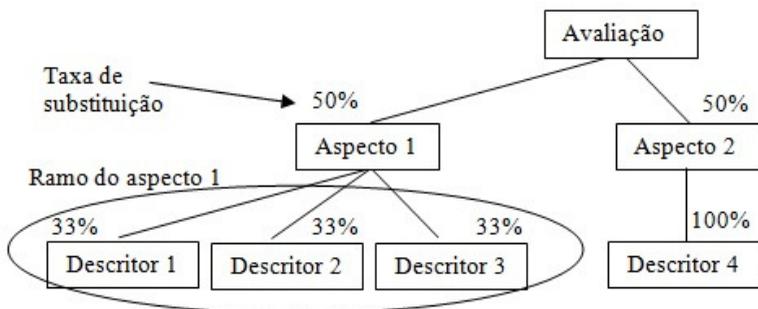


Figura 6- Exemplo de taxas de substituição na estrutura matemática do modelo
 Fonte: Petroll (2010)

Conforme descrito por Petroll (2010) a ponderação das taxas de substituição de cada critério e descritores é adaptada da metodologia proposta por Roberts (1979) e Soares et al (2006) que combina a metodologia da análise multicritério e especialistas para a ponderação de critérios. O software MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) foi o utilizado para guiar a ponderação das taxas de substituição, os quais tem o valor final decidido pelo decisor. Este software utiliza método de julgamento semântico para-par nas categorias semânticas (indiferença, muito-fraca, fraca, moderada, forte, muito-forte e extrema) para sugerir taxas de substituição de cada aspecto.

3.6.4. Apresentação dos resultados

A forma de apresentação original do IDTA-GIRSU consiste em uma matriz de desempenho técnico e ambiental e também da sua representação gráfica.

A forma de apresentação original do IDTA-GIRSU consiste em uma matriz de desempenho técnico e ambiental e também da sua representação gráfica. Neste trabalho realizou-se uma adaptação desta forma de apresentação com objetivo de compilar os resultados obtidos pelos municípios pesquisados.

Matriz de Desempenhos Ambientais da GRSU							
Etapas Aspectos		1 Geração	2 Acondicionamento	3 Coleta e Transportes	4 Tratamentos	5 Destinação Final	Desempenhos dos Aspectos
Consumos	Materiais		x	x	x	x	x
	Energia		x	x	x	x	x
Emissões	Gasosas	x	x	x	x	x	x
	Líquidas e Sólidas	x	x	x	x	x	x
	Sonoras		x	x	x	x	x
Desempenhos das Etapas do CV		x	x	x	x	x	X

Figura 7- Matriz de desempenho ambiental

Matriz de Desempenhos Técnicos da GRSU						
Etapas Aspectos	1 Geração	2 Acondicionamento	3 Coleta e Transportes	4 Tratamentos	5 Destinação Final	Desempenhos dos Aspectos
Educação Ambiental e	x					x
Universalização de		x	x			x
Regularidade,		x	x			x
Seletividade de		x	x	x		x
Tratamento dos				x		x
Destinação Final					x	x
Desempenhos das Etapas do CV	x	x	x	x	x	X

Figura 8-Matriz de desempenho técnico

4. METODOLOGIA

Nesta etapa estão descritos os procedimentos envolvidos na busca dos objetivos propostos por esta pesquisa cujos resultados estão apresentados no capítulo posterior.

O método de aplicação do IDTA-GIRSU em determinados municípios do estado de SC foi adaptado da metodologia indicada pela norma brasileira (NBR) ISO 14031(2004) - Diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental. Esta norma indica a metodologia do PDCA [Planejar (Plan) – Fazer (Do) – Verificar (Check)- Agir (Act)] para que o gerenciamento de programas de auditoria estabeleça, implemente, monitore, analise criticamente e melhore o programa de auditoria de forma continuada.

Desta forma a aplicação do questionário técnico e ambiental seguiu as etapas de planejamento, aplicação, análise crítica do processo de aplicação e reformulação do questionário.

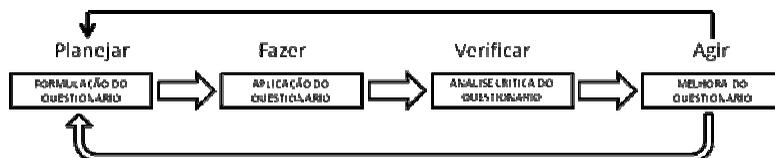


Figura 9- Fluxograma do processo de melhoria contínua adaptado do PDCA

4.1. PLANEJAMENTO

4.1.1. Estudos preliminares

O procedimento inicial para aplicar o IDTA-GIRSU foi realizar um estudo detalhado do indicador proposto por Petroll (2010). O intuito de tal procedimento foi o de compreender a fundamentação teórica e matemática do modelo para possibilitar uma maior familiarização do autor deste trabalho com o software criado como ferramenta de avaliação.

Como parte deste estudo, foram realizados testes de sensibilidade do indicador através do carregamento de dados do software para observação do comportamento dos resultados frente a variações dos dados de entrada.

4.1.2. Elaboração do questionário de partida

Os descritores compõem os dados mais diretos do indicador de desempenho a serem levantados e formam a base da estrutura do modelo de avaliação.

O primeiro passo do processo de formulação do questionário a ser aplicado foi realizar uma análise crítica dos dados de entrada do modelo. A razão deste procedimento foi o de compreender e interpretar da melhor maneira possível os descritores, ou parâmetros, que constituem a base do modelo de avaliação e investigar a forma de resposta sugerida para se obter a informação acerca de determinado descritor.

O segundo passo foi materializar uma proposta de questionário elaborada a partir da análise crítica realizada anteriormente. O questionário foi desenvolvido em uma planilha do Microsoft Excel de forma a apresentar o questionamento pertinente a cada descritor e a respectiva opção de resposta através de um formato de múltipla escolha.

¹A Figura 10 exemplifica a forma de questionário proposto.

Esta configuração foi aplicada seguindo a estrutura do modelo criado por Andreas (referenciar) na qual o indicador é dividido entre o aspecto Técnico e Ambiental. Os questionários que avaliam o índice de qualidade de aterros sanitário e o índice de qualidade da compostagem foram os sugeridos por Andréas, aplicados na íntegra sem qualquer alteração.

Durante esta etapa, o principal desafio foi o de formular as questões de modo a torná-las compreensíveis, claras e diretas, de modo a não deixar dúvidas para o entrevistador e entrevistado, sobre o objetivo do questionamento no momento da sua aplicação. Outro fator considerado na sua formatação foi racionalizar ao máximo o tempo de entrevista.

Desta forma foi adicionado, tanto no questionário técnico quanto no ambiental, um cabeçalho explicativo em cada etapa do ciclo de vida dos RSU e também incorporadas questões de modo a eliminar perguntas posteriores caso estas deixassem de fazer sentido de acordo com o contexto. Este questionário inicial está apresentado no anexo A deste trabalho.

¹Proposta inicial de questionário no anexo 1

4.2 - Qual a taxa de material reciclado em relação ao total coletado pelo sistema de coleta?					
4.3 - Qual a taxa de material compostado em relação ao total coletado pelo sistema de coleta?					
RESPOSTA	4.2	4.3	RESPOSTA	4.2	4.3
100% Total			40% a 49% e Imp. Melhorias		
90% a 99% e Implantando Melhorias			40% a 49% e Plan. Melhorias		
90% a 99% e Planejando Melhorias			40% a 49% Apenas		
90% a 99% Apenas			30% a 39% e Imp Melhorias		
80% a 89% e Implantando Melhorias			30% a 39% e Plan. Melhorias		
80% a 89% e Planejando Melhorias			30% a 39% Apenas		
80% a 89% Apenas			20% a 29% e Imp. Melhorias		
70% a 79% e Implantando Melhorias			20% a 29% e Plan. Melhorias		
70% a 79% e Planejando Melhorias			20% a 29% Apenas		
70% a 79% Apenas			10% a 19% e Imp. Melhorias		
60% a 69% e Implantando Melhorias			10% a 19% e Plan. Melhorias		
60% a 69% e Planejando Melhorias			10% a 19% Apenas		
60% a 69% Apenas			0% a 09% e Imp. Melhorias		
50% a 59% e Implantando Melhorias			0% a 09% e Plan. Melhorias		
50% a 59% e Planejando Melhorias			0% a 09% Apenas		
50% a 59% Apenas			Sem dados		

Figura 10- Exemplo de questão e forma de resposta do questionário

4.2. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A coleta dos dados de entrada do software foi realizada através do questionário aplicado aos atores da GIRSU de determinados municípios do estado de SC.

4.2.1. Procedimento para aplicar o questionário

Uma vez previsto que a aplicação do questionário aos municípios seria avaliada entre uma entrevista e outra e de que as observações decorrentes deste processo embasariam a etapa de críticas e sugestões para a melhoria do indicador, foi adotado como procedimento para aplicar o IDTA-GIRSU, registrar todas as todas as dúvidas e dificuldades para aplicar o questionário durante as entrevistas.

Deste modo dúvidas, críticas e sugestões quanto à redação das questões, quanto às opções de resposta, quanto à estrutura do indicador e sobre os seus descritores foram registradas durante os encontros e analisadas em momento posterior.

4.2.2. Procedimento para contatar aterros sanitários e municípios

O procedimento para o levantamento de dados nos municípios foi realizado através de visitas presenciais previamente agendadas com as prefeituras, os quais indicaram a pessoa responsável para tal.

Como os primeiros aterros sanitários a se comprometerem com a pesquisa foram os localizados no litoral sul e central do estado foi dada preferência a municípios destas regiões para aplicar o IDTA-GIRSU.

Foi então, realizada uma pesquisa prévia na página eletrônica de prefeituras, localizadas nas regiões central e sul do estado, com o objetivo de identificar as secretarias responsáveis pela gestão de RSU de cada município para posterior contato telefônico.

A definição destes municípios a serem visitados para a aplicação do IDTA- GIRSU foi definida de forma aleatória.

A etapa seguinte foi a de agendar, através de contato telefônico, uma entrevista para aplicação do questionário junto à pessoa indicada pelo órgão municipal. Este procedimento tornou-se, após os primeiros agendamentos, alvo de observações por parte deste autor por já revelar características quanto à organização do município em relação à gestão de RSU.

Os municípios visitados foram os de Tubarão, Imbituba, Imaruí, Laguna e Garopaba, na região sul litorânea. Mais próximos da região central litorânea foram visitadas as cidades de Águas Mornas, Florianópolis e São José. O quadro abaixo apresenta alguns dados sobre estes municípios.

Município	População	Bacia hidrográfica	Região hidrográfica
Florianópolis	404.224	Ilha de Santa Catarina	RH 8
Garopaba	18.124	Da madre	
Águas Mornas	5.540	Cubatão do Sul	
São José	203.384	Cubatão do Sul	
Imaruí	11.606	D'una	RH 9
Imbituba	39.023	D'una	
Laguna	50.766	D'una	
Tubarão	96.284	Tubarão	

Tabela 1- Municípios visitados pela pesquisa

Fonte: ANA 2010

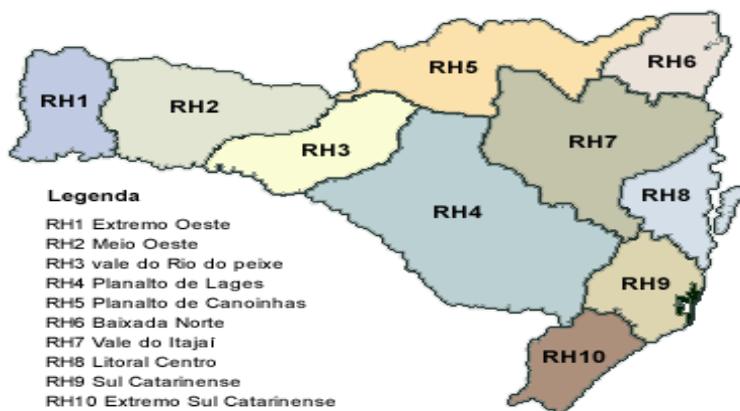


Figura 11-Subdivisão do estado de SC por regiões hidrográficas

Fonte: EPAGRI

Ao agendamento das visitas aos aterros, também foi realizada uma pesquisa previa a página eletrônica para posterior contato telefônico. Nestes, foi aplicada a etapa do questionário referente ao destino final dos resíduos e o questionário de avaliação do índice de qualidade para aterros sanitários.

4.2.3. Aplicação nos aterros

O primeiro aterro contatado foi o da empresa Serrana LTDA que atende municípios da região sul de SC, entre eles, Tubarão, Laguna, Imaruá e Imbituba, municípios estes visitados na pesquisa. A entrevista foi agendada por contato telefônico e a pessoa indicada pelo secretário da empresa para a entrevista foi a do responsável técnico pela gestão do aterro, engenheiro ambiental Alencar Loch Locatelli.

Esta entrevista se deu no dia 19 de maio de 2011 no período da tarde no próprio aterro da empresa localizado na área rural do município de Laguna próximo ao km 322 da BR 101.

O segundo aterro sanitário a ser contatado foi o da Proactiva Meio Ambiente, localizado na cidade de Biguaçu e que atende diversos municípios da região metropolitana de Florianópolis e região central do litoral catarinense.

No caso desta empresa o questionário de desempenho técnico e Ambiental foi enviado através de correio eletrônico para a responsável técnica pela gestão do aterro, Engenheira Sanitarista e Ambiental

Fernanda Félix, uma vez que esta argumentou não possuir disponibilidade de tempo para realizar de forma presencial a entrevista.

4.2.4. Aplicação nos municípios

A aplicação dos questionários aos oito municípios de SC ocorreram durante os meses de maio e junho deste ano. A seguir estão descritos em ordem cronológica o relato deste processo em cada município visitado.

4.2.4.1. Florianópolis

A visita ocorreu no dia 6 de maio e foi agendada diretamente com COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL (COMCAP). A pessoa indicada para realizar a entrevista foi à engenheira Flavia Ouro Fino do departamento técnico da empresa.

Desta entrevista surgiram diversas críticas ao questionário por parte da engenheira Flavia, todas elas registradas e analisadas numa etapa seguinte a aplicação do mesmo. Além da engenheira Flavia, o engenheiro Bruno V Luiz, responsável pelo departamento de limpeza pública da empresa também contribuiu com respostas críticas e sugestões quanto ao questionário. A descrição das críticas e sugestões resultantes da visita a COMCAP estão num capítulo posterior.

4.2.4.2. Garopaba

A visita ocorreu no dia 20 de maio. Neste município, conforme indicação da prefeitura, a entrevista foi realizada com dono da empresa RESAMB, senhor Joaquim da Silva Pacheco, responsável pelo serviço de coleta e tratamento dos RSU da cidade. A entrevista ocorreu na própria sede da empresa localizada no acesso a comunidade do Ambrósio, em Garopaba.

4.2.4.3. Imbituba

O município foi visitado, também no dia 20 de maio. Neste município o atendimento foi realizado pelo Biólogo Wagner Amorin, funcionário Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (SEDURB). Os dados referentes à coleta e transporte dos RSU foram levantados com o engenheiro Alencar Loch Locatelli da empresa Serrana responsável pela coleta e transporte dos RSU de Imbituba.

4.2.4.4. Laguna

O quarto município visitado foi o de Laguna, no dia 01 de junho. A orientação dada pela prefeitura foi a de contatar a empresa LISAMA responsável pela coleta e transporte dos RSU do município. O questionário foi respondido pelo engenheiro Leandro, responsável técnico pela empresa.

4.2.4.5. Águas Mornas

O quinto município visitado foi o de Águas Mornas no dia 01 de junho. Neste município participaram da entrevista, o vice-prefeito Valdecir José Sens e a funcionária da EPAGRI de Águas Mornas Cassandra Pulceno. O encontro se deu na sala da EPAGRI de Águas Mornas.

4.2.4.6. Tubarão

A visita ao município de Tubarão foi realizada no dia 06 de junho. A pessoa indicada para responder ao questionário foi à agrônoma da secretaria de meio ambiente do município, Luciana N. Lavina.

4.2.4.7. Imaruí

O sétimo município visitado foi o de Imaruí no dia 8 de junho. A entrevista foi realizada com o secretário de Obras e infraestrutura do município Emerson Bernardo Floriano, na sede da secretaria no próprio município.

4.2.4.8. São José

O último município visitado foi o de São José e a orientação dada pela prefeitura para responder o questionário foi procurar a empresa AMBIENTAL SANEAMENTO E CONCESSÕES LTDA responsável pela coleta de RSU do município. A visita foi realizada no dia 13 de junho e o questionário respondido pelo engenheiro Jairson José da Silva.

4.2.5. Fatores limitantes a esta etapa

Dentre os fatores limitantes para a aplicação desta pesquisa destaca-se a dificuldade encontrada por este autor em encontrar informações sobre a gestão de RSU de forma centralizada nos municípios visitados. Uma discussão mais detalhada sobre este fator esta apresentada no capítulo final deste trabalho intitulado resultados e considerações finais.

4.3. ANÁLISE CRITICA E AJUSTES

Todas as dúvidas, críticas e sugestões referentes à clareza das questões as quais o questionário se dispôs a aferir, foram analisadas antes de se realizar a visita ao município subsequente, de forma a contribuir para melhoria do mesmo quanto à objetividade e clareza dos dados a serem levantados e eliminação de ambiguidades no texto.

Desta forma entre uma entrevista e outra houve alterações e correções contínuas na formulação das questões através da substituição de termos, supressão de palavras e demais correções de ortografia.

As críticas referentes à estrutura do (IDTA-GIRSU), tanto em relação aos descritores quanto em relação à forma proposta para aferir estes dados, ou seja, a forma de resposta para determinadas questões, também passaram por uma análise entre uma aplicação e outra do questionário e resultaram em alterações.

Dentre as diversas críticas referentes à estrutura do questionário as mais contundentes e com maior recorrência de comentários por parte dos entrevistados foram às relacionadas à forma de resposta oferecida para determinadas questões, consideradas pouco coerentes, impróprias ou insuficientes para analisar o parâmetro em questão. Também foi alvo de críticas recorrentes a generalidade de certas questões.

As alterações quanto à estrutura do IDTA-GIRSU foram em geral promovidas de forma a preservar a maneira original prevista para carregar os dados de entrada do software. Para tal optou-se por adicionar questões no questionário de forma a complementar à informação a respeito de descritores ou complementando a forma de resposta para tal parâmetro. O resultado entre o questionário inicial e o final a ser aplicado encontrasse anexado neste trabalho.

Entretanto, a maior parte das criticas referentes à estrutura do IDTA-GIRSU compuseram o embasamento para a discussão dos resultados da avaliação dos municípios apresentado no capítulo final junto com as sugestões deste autor para melhoria do indicador.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão apresentados os resultados da aplicação do IDTA-GIRSU nos municípios visitados, a discussão destes resultados e as considerações finais sobre estes.

A apresentação segue o padrão do modelo utilizado, na qual as avaliações técnica e Ambiental estão divididas. Os resultados revelam o desempenho dos aspectos avaliados em cada etapa do ciclo de vida e o desempenho global técnico e ambiental. Neste trabalho realizou-se uma adaptação da forma de apresentação original do modelo com objetivo de compilar os resultados obtidos pelos municípios pesquisados.

5.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO TÉCNICA

A Tabela 2 apresenta o resultado de desempenho dos municípios por aspectos técnicos, obtidos a partir do levantamento dos descritores aferidos.

Municípios	Educação Ambiental e Políticas na Fonte	Universalização de Serviços de GRSU	Regularidade, Continuidade e Funcionalidade do Manejo	Seletividade de Manejo	Tratamento dos Resíduos	Destinação Final Aterros Sanitários
Garopaba	71,41	62,68	54,63	15,65	58,75	96,81
Águas Mornas	68,00	54,56	52,74	0,35	45,18	96,81
Florianópolis	12,24	87,66	61,09	0,88	52,62	96,81
Tubarão	68,00	77,17	79,32	14,49	0,65	95,86
São José	17,00	13,43	36,09	0,00	40,66	96,81
Imaruí	0,00	77,25	74,70	0,00	0,00	95,86
Imbituba	0,00	83,71	31,77	2,26	0,00	95,86
Laguna	0,00	46,99	70,72	0,00	0,00	95,86

Tabela 2- Desempenho dos aspectos técnicos por município

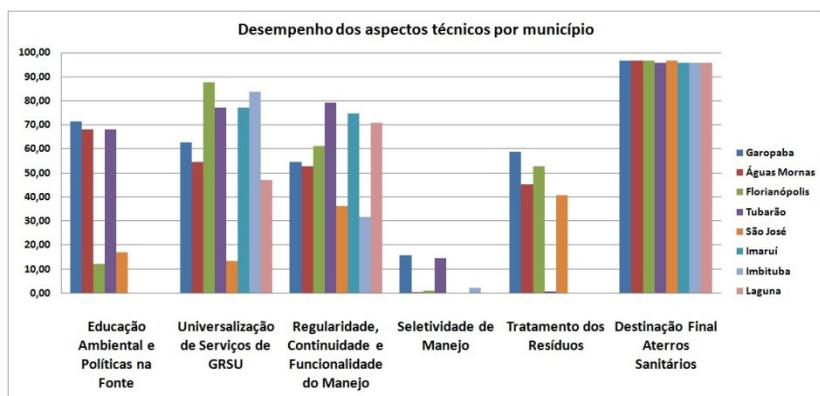


Figura 12-Gráfico de Desempenho dos aspectos técnicos por municípios

Nesta tabela é possível observar a variação de desempenho obtida nos diferentes aspectos da GIRSU pelos municípios visitados na pesquisa. Na primeira coluna, o melhor colocado foi Garopaba, seguido por águas mornas e tubarão. Na segunda coluna, o destaque foi Florianópolis, seguido por Imbituba e Imaruí. Em relação à terceira coluna Tubarão teve melhores resultados, a frente de Imaruí e Laguna. Na quarta coluna Garopaba, Tubarão e Imbituba tiveram vantagem sobre os demais. Já na quinta coluna, Garopaba, Florianópolis, e Águas Mornas foram os melhores colocados.

Por fim, na ultima coluna, destaca-se a uniformidade dos resultados quanto ao aspecto “Destinação final” uma vez que os dois aterros sanitários visitados atendem a todos os municípios. Este resultado foi considerado de grande importância neste trabalho por demonstrar a eficácia da ação do ministério publico em SC quando em 2001 exigiu dos municípios uma destinação adequada dos seus resíduos. Este aspecto “destinação final” consiste no principal critério de avaliação da etapa de destino final do ciclo de vida analisado a seguir.

Da análise dos dados é possível identificar quais os aspectos técnicos devem ser melhorados de acordo com o escore obtido pelo respectivo município.

A Tabela 3 revela o desempenho dos municípios por etapa do CV. Através da análise dados é possível realizar a comparação dos resultados entre os municípios em cada etapa do ciclo de vida.

Municípios	geração	condicionamento	coleta	tratamento	destino final
Garopaba	71,41	26,39	54,07	49,46	96,81
Águas Mornas	68,00	47,42	24,47	22,59	96,81
Florianópolis	12,24	47,66	52,39	26,31	96,81
Tubarão	68,00	53,60	62,98	3,67	95,86
São José	17,00	0,00	33,01	20,33	96,81
Imaruí	0,00	46,15	55,15	0,00	95,86
Imbituba	0,00	31,50	47,75	0,00	95,86
Laguna	0,00	25,98	52,50	0,00	95,86

Tabela 3- Desempenho Técnico dos municípios por etapa do ciclo de vida

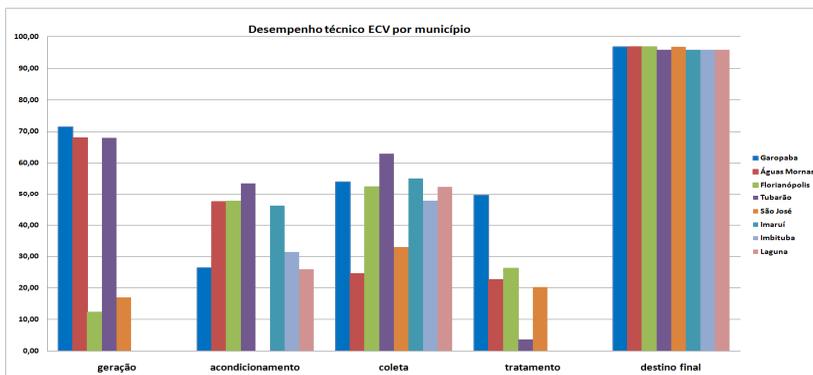


Figura 13-Gráfico de Desempenho Técnico ECV por município

Dos resultados acima se identifica, por exemplo, que o município de Garopaba possui menor performance técnica na etapa de acondicionamento de seus resíduos, enquanto Tubarão, nesta mesma etapa, possui o melhor resultado. Para uma análise detalhada de quais aspectos técnicos incrementaram o desempenho por etapa do ciclo de vida, é necessário verificar a matriz de desempenho do respectivo município (anexo c).

De forma semelhante Imaruí, Imbituba e Laguna apresentam menor desempenho na etapa de geração de resíduos. Por fim, o resultado geral de desempenho técnico obtido pelos municípios esta apresentado na Tabela 4, em ordem decrescente de resultados.

Municípios	Desempenho Técnico Global IDTA-GIRSU
Garopaba	61,64
Águas mornas	57,07
Florianópolis	56,48
Tubarão	42,60
São José	39,63
Imaruí	31,77
Imbituba	29,32
Laguna	26,55

Tabela 4- Resultado Técnico Global do IDTA-GIRSU por município

De acordo com a tabela, os municípios com melhores resultados obtidos foram os de Garopaba, Águas mornas e Florianópolis. Numa colocação intermediária estão os municípios de Tubarão e São José. Por fim estão os municípios de Imaruí, Imbituba e Laguna.

Uma observação importante deste resultado esta no fato de que apenas um município dos visitados obteve um desempenho acima da linha de corte onde os resultados para o nível global de desempenho é considerado neutro pelo indicador aplicado. Tal situação esta representada na Figura 14.

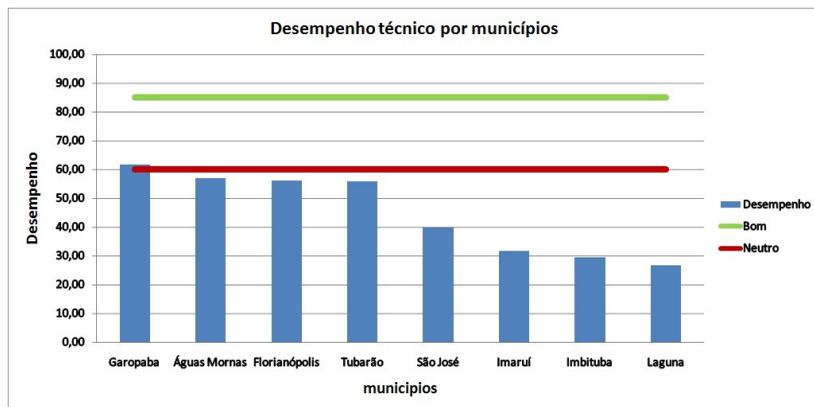


Figura 14-Desempenho técnico por municípios

Conforme mencionado anteriormente à obtenção destes resultados esta diretamente ligada à estruturação matemática do modelo, ao carregamento de dados realizado através dos descritores.

As considerações acerca dos fatores intervenientes neste processo de avaliação serão tratadas mais adiante após a apresentação dos dados da avaliação ambiental.

5.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

As considerações realizadas para analisar os resultados de desempenho técnico podem igualmente ser aplicadas na análise de desempenho dos aspectos ambientais nas etapas do CV.

O desempenho da avaliação ambiental é apresentado na tabela abaixo.

Municípios	Consumos		Emissões		
	Materiais	Energia	Gasosa	Líquidas e sólidas	Sonoras
Florianópolis	72,00	66,47	59,70	56,00	100,00
Águas Mornas	71,45	83,77	39,07	50,00	100,00
Imaruí	61,00	35,63	47,70	40,00	62,50
Imbituba	86,00	35,63	57,47	39,00	62,50
Garopaba	74,12	64,02	23,53	40,00	75,00
Tubarão	61,00	14,26	26,62	32,00	75,00
São José	50,00	49,58	24,62	20,00	50,00
Laguna	36,00	32,01	33,23	22,00	75,00

Tabela 5- Desempenho dos aspectos ambientais por município

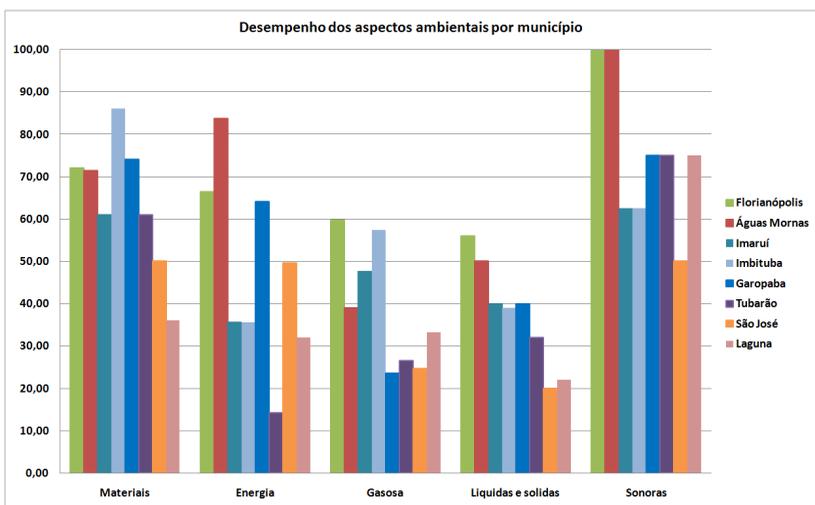


Figura 15-Desempenho dos aspectos ambientais por município

Nesta tabela novamente se observa como ocorre uma variação nos resultados obtidos pelos municípios sob determinado aspecto. Assim, quanto ao aspecto consumo de materiais, Imbituba, Garopaba e Florianópolis obtiveram melhores resultados frente aos demais municípios. Quanto ao consumo de energia, Garopaba, Águas Mornas e Florianópolis obtiveram melhor performance. Com relação a emissões gasosas, Garopaba, São José e Tubarão tiveram pior desempenho. No aspecto emissões líquidas, os piores desempenhos foram com São José, Laguna e Tubarão. Por fim, quanto a emissões sonoras, Florianópolis e Águas Mornas obtiveram o melhor desempenho.

Da análise dos dados é possível identificar quais os aspectos Ambientais devem ser melhorados de acordo com o escore obtido pelo respectivo município.

A e possui valor de comparação entre os resultados obtidos por eles.

Tabela 6- Desempenho Ambiental dos municípios por etapa do CV a seguir revela o desempenho ambiental dos municípios por etapa do CV e possui valor de comparação entre os resultados obtidos por eles.

Municípios	Geração	Acondicionamento	Coleta	Tratamento	Destino Final
Florianópolis	70,00	48,80	88,52	82,31	58,84
Águas Mornas	70,00	62,80	95,40	48,21	58,84
Imaruí	100,00	43,00	82,37	0,00	49,64
Imbituba	27,50	43,00	80,00	60,13	49,64
Garopaba	0,00	34,20	55,20	85,81	58,84
Tubarão	35,00	38,27	76,92	0,00	49,64
São José	0,00	20,00	85,44	0,00	58,84
Laguna	0,00	38,20	74,10	7,70	49,64

Tabela 6- Desempenho Ambiental dos municípios por etapa do CV

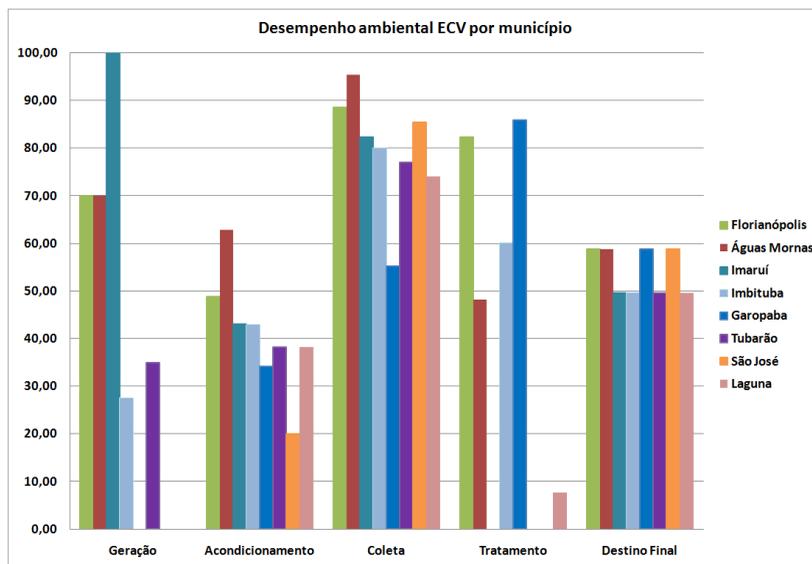


Figura 16-Gráfico de desempenho Ambiental ECV por município

Como exemplo, podemos investigar a etapa de acondicionamento. Nesta, Florianópolis apresenta o melhor resultado de desempenho ambiental, enquanto São José aparece com o menor índice de desempenho.

A tabela a Tabela 7 apresenta o resultado global de desempenho Ambiental dos municípios avaliados.

Municípios	Desempenho ambiental IDTA-GIRSU
Florianópolis	69,37
Águas Mornas	63,74
Imaruí	54,83
Imbituba	50,57
Garopaba	45,36
Tubarão	38,98
São José	29,44
Laguna	28,52

Tabela 7-Resultado Ambiental Global do IDTA-GIRSU por município

De acordo com a tabela, os municípios com melhores resultados obtidos foram os de Florianópolis, Águas mornas e Imaruí. Numa colocação intermediária estão os municípios de Imbituba e Garopaba. Por fim estão os municípios de Tubarão, São José e Laguna.

A figura abaixo ilustra e complementa as informações da Tabela 7.

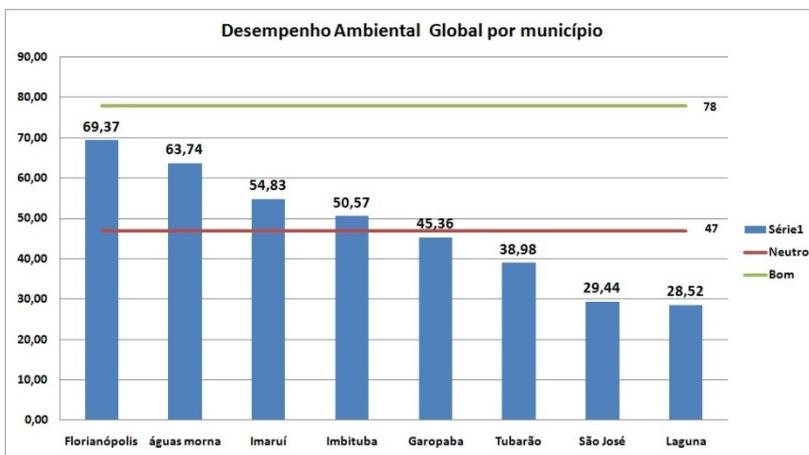


Figura 17-Desempenho ambiental Global por município

Uma observação importante deste resultado esta no fato de que quatro municípios dos visitados obtiveram desempenho acima da linha de corte, onde os resultados para o nível global de desempenho Ambiental é considerado neutro pelo indicador aplicado. Nenhum dos municípios visitados obteve desempenho considerado bom nesta etapa.

5.3. ANÁLISE CRITICA DOS RESULTADOS

Os resultados do IDTA-GIRSU fornecem informações sobre a situação da GIRSU dos municípios avaliados e demonstram a utilidade desta ferramenta para que sejam feitas considerações acerca do desempenho técnico e ambiental destes.

Entretanto, o resultado do IDTA-GIRSU pode ser questionado em função de dois aspectos dos quais se mostrou influenciável. Um, está na difícil tarefa de escolha coerente de descritores da GIRSU, o outro, diz respeito à qualidade da aferição destes dados em campo.

As críticas a seguir são resultado das observações de campo realizadas na aplicação do IDTA-GIRSU e do carregamento de dados de entrada do software.

5.3.1. Resultados e descritores do modelo

Confirmando os estudos bibliográficos sobre o apoio multicritério a decisão, no processo de aplicação do indicador tornou-se evidente a importância da escolha dos descritores para que este apresente uma dada situação com melhor qualidade. Os resultados obtidos neste trabalho confirmam este fato.

Um exemplo para ilustrar a importância da seleção adequada dos descritores de um modelo esta na observação feita sobre o descritor técnico do IDTA-GIRSU “porcentagem de quadras cobertas pelo serviço de varrição ou capina”. A não diferenciação do modelo quanto à realização do serviço publico de varrição e capina, foi alvo de observações importantes durante a fase de campo do trabalho. O fato é que estes dois serviços são prestados isoladamente um do outro e podem diferir na sua abrangência. Deste modo o questionário foi adaptado para desagregar estas informações e no momento de lançar os dados no software optou-se pelos dados referentes a capina pelo fato desta ser realizada em todos os municípios. Portanto, os resultados apresentados na etapa de condicionamento, referente à avaliação técnica dos municípios, o serviço de varrição não foi considerado, o que prejudica a qualidade de resultado do indicador.

Outro exemplo da importância da escolha dos descritores para os resultados produzidos pelo modelo foi constatado na avaliação do critério técnico “seletividade no manejo dos RS”. Destaca-se aqui, que este critério, tem influência direta na avaliação de três etapas do ciclo de vida dos RS, acondicionamento, coleta e tratamento. Como os descritores deste aspecto avaliam somente a porcentagem de pontos com segregação de materiais específicos, tais como vidro, metal, plástico e papel, o processo de segregação simples entre RS recicláveis e rejeitos não foi avaliada, ou seja, não houve valorização desta modalidade simples de segregação. Assim, o desempenho dos municípios que selecionam desta forma os RS não tiveram esta experiência computada no seu desempenho e foram equiparados a municípios que não possuem forma nenhuma de segregação.

Um último comentário sobre como a definição dos descritores utilizados para revelar um dado cenário pode afetar a qualidade dos seus resultados. O IDTA-GIRSU foi programado para ser aplicado em qualquer município, independente do seu tamanho. Neste trabalho o indicador foi aplicado em municípios cujas populações atendidas variaram de 400 mil habitantes a 5mil habitantes. A simplificação quanto à forma de resposta ou do número de descritores para avaliar o mesmo processo em municípios com populações tão díspares revelou também que estas diferenças devem ser levadas em consideração.

Este comentário aplica-se, por exemplo, ao descritor técnico “frequência da coleta em áreas comerciais” e “frequência da coleta em áreas residenciais”. Para um município com 5mil habitantes, com reduzido perímetro urbanos e baixa densidade demográfica, uma resposta considerada pouco satisfatória para um grande município pode ser a mais apropriada. Neste caso, um cenário satisfatório para um município pode ser pouco valorizado e interferir no seu escore de desempenho individual e prejudicá-lo para efeito de comparação com outros municípios.

Diversas ressalvas foram feitas em relação aos descritores do IDTA-GIRSU na sua aplicação. As sugestões de melhorias quanto à seleção de descritores e alternativas de resposta para estes, estão apresentadas em anexo sob a forma de um novo questionário proposto ao modelo.

5.3.2. Resultados e qualidade dos dados de entrada do indicador

Outro fator interveniente nos resultados apresentados pelo IDTA-GIRSU foi a qualidade das respostas obtidas acerca dos descritores para realizar a inserção de dados no software.

Do período em que se realizou o agendamento e as visitas aos municípios para a aplicação do questionário foi constatado que nenhum deles dispunha de um sistema de informações que centralizasse todos os dados investigados a respeito da gestão dos RSU. Pelo contrário, na maioria dos casos, as informações encontraram-se dispersas entre as secretarias, empresas, associações e demais atores que compõe a gestão de RSU dos municípios.

Outro fato que chamou a atenção durante o trabalho foi o de algumas prefeituras incumbirem às empresas prestadoras de serviço a responsabilidade de repassar dados sem disponibilizá-las de maneira organizada.

Destes fatos decorreu que nem sempre o indicado pelas prefeituras para responder ao questionário dispunha de precisão nos dados fornecidos. O reflexo desta situação pode então ter mascarado uma situação dada em determinado município, comprometendo a avaliação do seu desempenho e da sua comparação frente aos demais.

Por fim, estas constatações evidenciaram a pertinência de incluir descritores do indicador com o objetivo de avaliar a organização do município quanto ao trato das informações do sistema de gestão dos RS.

Como descrito no capítulo anterior, alguns destes descritores foram incorporados aos questionários aplicados entre a visita aos municípios, mas não foram avaliados pelo software, já que as alterações na sua estrutura não compunham os objetivos deste trabalho.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo estão apresentadas as considerações finais deste trabalho.

6.1. ASPECTOS GERAIS

A aplicação do IDTA-GIRSU no conjunto de municípios visitados demonstrou através dos seus resultados o potencial que este indicador possui para apontar de maneira detalhada pontos fortes e dificuldades da GIRSU no conjunto de municípios avaliados. Este potencial revelou-se na análise dos resultados produzidos, onde foi possível identificar, em cada etapa do ciclo de vida dos RS quais os fatores técnicos e ambientais que contribuíram para seu desempenho.

Entretanto, durante a aplicação deste indicador e análise dos seus resultados, foi possível verificar também a necessidade de avançar no processo de escolha de descritores capazes de retratar com maior clareza um dado contexto particular sobre a GIRSU de um município. Neste trabalho a comparação do desempenho entre municípios revelou esta necessidade quando modelos de GIRSU distintos tiveram seus resultados equiparados.

6.2. ALCANCE DOS OBJETIVOS

Quanto ao objetivo geral de aplicar e validar o IDTA-GIRSU este foi atingido na realização deste trabalho, uma vez que, um conjunto de municípios foi avaliado pelo indicador e o resultado deste processo somado aos resultados produzidos contribuiu para apontar pontos fortes, falhas e recomendações de melhoria ao modelo.

Retomando os objetivos específicos aos quais esta pesquisa se propôs a atingir seguem os devidos comentários sobre cada um:

-Elaborar o formulário para aplicação do indicador.

Este objetivo foi devidamente atingido e produziu resultados importantes para as considerações e recomendações feitas por este trabalho. Da sua elaboração inicial, até a sua aplicação e processo de reformulação durante uma entrevista e outra, diversas observações foram incorporadas ao questionário levando em conta as críticas dos entrevistados e deste entrevistador. O resultado deste processo esta na

formulação de uma proposta de questionário apresentado em anexo neste trabalho.

-Identificar dificuldades para a aplicação do indicador.

Do processo de aplicação do indicador resultou a constatação de que, neste conjunto de municípios visitados, existe a carência de um sistema de informações que centralize os dados referentes a todos os agentes e atores que compõe a gestão de RSU. Pelo contrario, na maioria dos casos, as informações encontraram-se dispersas entre as secretarias, empresas, associações e demais atores que compõe a gestão de RSU o que dificultou o levantamento dos dados da pesquisa.

Um bom exemplo deste caso diz respeito à coleta e tratamento do óleo de cozinha, realizado em boa parte dos municípios, por empresas privadas. Na ausência de um sistema de informações por parte dos gestores capazes de armazenar dados referentes à atividade destas empresas, possivelmente questões como “abrangência do manejo seletivo de óleo na etapa de coleta” foram tratadas como, “sem dados” ou receberam um tratamento impreciso, talvez aquém da realidade”“.

Diante do exposto foi concluído que os gestores devem realizar um esforço maior no gerenciamento das informações sobre a gestão de RS.

Outra conclusão desta etapa foi a de que uma função importante do IDTA-GIRSU neste momento deve ser a de apontar uma situação prévia a implantação da PNRS, para que, após a vigência plena desta lei, se possa realizar comparações e identificar sua eficácia.

-Realizar o processo de validação do modelo.

O processo de validação ao qual se propôs este trabalho demonstrou como ponto forte do IDTA-GIRSU sua capacidade de apresentar resultados sobre aspectos técnicos e ambientais de acordo com a etapa do ciclo de vida analisado, o que reforça a vocação desta ferramenta no sentido de apresentar caminhos e dar apoio a decisão sobre soluções para a resolução de um dado problema aos interessados.

Deste processo de validação também foram reunidas críticas por atores diversos que compõe a GIRSU do conjunto de municípios visitados, o que enriqueceu a análise dos resultados obtidos e as considerações sobre os pontos fracos do indicador, no que tange a escolha coerente de descritores para representar um dado contexto, e nas

formas de respostas indicadas para obter certo dado de entrada do software.

-Propor ajustes no modelo e seus indicadores

A proposição dos ajustes ao IDTA-GIRSU refere se principalmente as dificuldades encontradas durante o processo de aplicação do questionário e do carregamento dos dados de entrada no software. Os descritores do modelo podem ser reconhecidos neste trabalho como as próprias questões as quais o questionário se propõe a aferir e a recomendação de ajustes esta materializada na forma de um questionário final apresentado em anexo a este trabalho.

Tendo em vista que uma das principais observações do processo de aplicação do questionário e contato com os municípios foi o destes não possuírem um sistema de informações centralizado sobre todos os atores que compõe a GIRSU do município, chegou-se a conclusão de a avaliação deste sistema de gestão da informação deve compor o questionário técnico do IDTA-GIRSU em futuras avaliações.

6.3. CONCLUSÃO FINAL

O IDTA-GIRSU constitui uma alternativa útil no apoio à tomada de decisão de gestores públicos e demais atores interessados em reconhecer determinados aspectos da gestão de RSU em um dado contexto ou município.

Através da sua estrutura que combina a análise do ciclo de vida dos resíduos e o apoio multicritério a decisão, é possível, através dos resultados fornecidos por este modelo, identificar e avaliar a GIRSU nos diferentes segmentos que a compõe e agir diretamente sobre os aspectos que a comprometem. Esta ferramenta, portanto, auxilia o interessado a organizar ações com maior grau de coerência, estabelecendo prioridades entre os aspectos a serem melhorados dentre as etapas de geração, acondicionamento, coleta/transporte, tratamento e destino final dos resíduos.

Um bom exemplo desta aptidão esta nos resultados fornecidos pelo indicador quanto ao aspecto técnico e ambiental de destinação final dos RS, na etapa de destino final destes. O resultado obtido pelo indicador comprova, por exemplo, a efetividade da ação do ministério publico de SC que no ano de 2001 firmou acordo com municípios do estado para erradicar os antigos lixões.

Outra conclusão a respeito dos resultados apresentados esta no fato de nenhum dos municípios ter atingido o status de excelência, considerado acima da linha de “bom” desempenho tanto nas avaliação técnica quanto na avaliação ambiental a que foram submetidos. Este fato reforça a conclusão da vocação que o IDTA-GIRSU assume neste momento prévio a vigência plena da PNRS para retratar a GIRSU deste momento com uma situação futura, pós-vigência da lei, de forma semelhante à ação do MPSC quanto ao destino final dos RS.

Por outro lado, destaca-se que para esta ferramenta constituir uma opção para tomadores de decisão, ela deve ainda passar por novos ajustes e análises por parte de especialistas de forma a refinar seus resultados. Esta constatação parte das observações de campo deste trabalho e dos seus resultados, em que, em alguns casos equiparou o desempenho em determinados aspectos e etapas mesmo estes sendo um tanto distintos.

7. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR ISO: 14031. Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2004. 38p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR ISO 10004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

PETROLL, Andreas de La Martinière. Desenvolvimento de um indicador de desempenho técnico e ambiental para sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e aplicação no município de Biguaçu. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER NETO, Gilberto; NORONHA, Sandro Mac Donald. *Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas*. Florianópolis: Insular, 2001. 295p

MONTIBELLER NETO, Gilberto; ENSSLIN, Leonardo. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Centro Tecnológico. *Mapas cognitivos difusos para apoio à decisão*. Florianópolis, 2000. 322 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

MORAES, Luiz Roberto Santos. Gestão Integrada e Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos: Um desafio para os municípios e a sociedade. In: Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, VII. Santo André: SP: Meio digital 2003.

NORONHA, Sandro Mac Donald. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. *Heurística para decisões em grupo utilizando modelos multicritério de apoio à decisão: uma abordagem construtivista*. Florianópolis, 2003. 194 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

ROY, B. Paradigms and challenges State of the art - Springer pp.23. 2005.

ROY, B. *Decision-aid and decision-making*. European Journal of Operational Research, 45 (2-3), pp. 324-331 1990.

SOARES, SEBASTIÃO ROBERTO, Notas de aula da disciplina Gestão Ambiental– Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

Fontes de Páginas Eletrônicas

HTTP://WWW.ANA.GOV.BR

ANEXO A – FORMULÁRIOS IDTA-GIRSU

ANEXO B – FORMULÁRIOS PROPOSTOS IDTA-GIRSU