

Alexandre Turazzi do Rosário

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DA GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
UTILIZANDO A METODOLOGIA MCDA-C: APLICAÇÃO EM
UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Dissertação submetido(a) ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEF da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof.^a Dr.^a Vera Lucia Duarte do Valle Pereira

Coorientador: Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da
UFSC.

Rosário, Alexandre Turazzi do
CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA
GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS UTILIZANDO A METODOLOGIA
MCDA-C: APLICAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA / Alexandre
Turazzi do Rosário ; orientadora, Vera Lucia Duarte do
Valle Pereira ; coorientadora, Leonardo Ensslin. -
Florianópolis, SC, 2016.
173 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Gestão de Resíduos. 3. MCDA
C. 4. Avaliação de Desempenho. I. Duarte do Valle Pereira,
Vera Lucia . II. Ensslin, Leonardo. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção. IV. Título.

Alexandre Turazzi do Rosário

**CONTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DA GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
UTILIZANDO A METODOLOGIA MCDA-C**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2016.

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Vera Lucia Duarte do Valle Pereira, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D
Coorientador
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Rogerio Lacerda, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Waldemar Pacheco Júnior, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado àqueles que fizeram parte de minha história, principalmente família, amigos, professores.

AGRADECIMENTOS

Gostaria inicialmente de agradecer minha família, pois os tive como referência em todos os momentos de minha formação acadêmica e pessoal, além se estarem ao meu lado, acreditaram que meus sonhos eram possíveis.

Agradeço aos professores e professoras que tive contato durante o percurso do mestrado. Em especial à Prof.^a Vera Lucia Duarte do Valle Pereira, minha orientadora quem acreditou no meu potencial e acompanhou meu progresso com carinho, dedicação e compreensão. Agradeço também ao Prof. Waldemar Pacheco Júnior, pelos conselhos e dedicação ao longo desta experiência, e acima de tudo pela amizade e confiança. Por fim, mas não menos especial ao Prof. Leonardo Ensslin, coorientador desta dissertação, que me acompanhou ao longo do trabalho e a quem aprendi tanto em aulas e reuniões, contribuindo significativamente com o profissional que sou hoje. Meus sinceros agradecimentos,

Agradeço também aos colegas de pós-graduação, em especial os demais orientandos da Prof.^a Vera Lucia Duarte do Valle Pereira, por compartilhar as dificuldades, experiências e alegrias, fossem em aula ou em reuniões.

Faço um agradecimento especial à minha namorada Mackeila, por apoiar e compreender o processo que nem sempre ocorreu de forma serena.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Por fim, deixo marcado nesse texto meus sinceros agradecimentos a meus amigos, novos e antigos, por me apoiarem ao longo dessa etapa de minha vida que se completa.

"Nada acontece antes de ser sonhado."
(Carl Sandburg)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar quais os elementos técnicos a serem considerados na construção de um modelo de avaliação da gestão de resíduos industriais. As empresas manufatureiras em seu processo de transformação e beneficiamento de matérias primas geram subprodutos que muitas vezes são de difícil aproveitamento em seus processos e produtos. O usual é que estes subprodutos sejam descartados como resíduos industriais. Seu descarte, seja na forma, sólida, líquida e/ou gasosa, é usualmente realizado da forma que gere o menor comprometimento de recursos das empresas, seja de forma financeira, risco ou imagem. A conscientização das sociedades, particularmente das sociedades científicas, para com as consequências negativas do simples descarte no solo, água ou ar destes produtos tem causado preocupações às organizações. Estas, sensibilizadas, têm passado a buscar formas de promover a gestão destes resíduos. A fim de suprir essas dificuldades, foi utilizada a metodologia MCDA-C, com o intuito de construir no *stakeholder* o conhecimento que lhe permita realizar a gestão dos resíduos industriais, identificando, organizando, mensurando e integrando os aspectos que o decisor considera necessários e suficientes para a gestão de resíduos, podendo evidenciar as situações que se encontram com desempenho comprometedor, definir metas, projetos e visando o destino adequado dos resíduos industriais. A pesquisa foi caracterizada como descritiva, exploratória, de natureza quantitativa, apesar de possuir elementos qualitativos.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos; MCDA-C; Avaliação de Desempenho.

ABSTRACT

This study aims to identify the technical elements to be considered in the development of an evaluation model for the industrial waste management. Manufacturing companies, during the process of transformation and processing of raw materials, generate byproducts that are often difficult to use in their processes and products - usually these by-products are disposed of as industrial waste. Their disposal whether in the form, solid, liquid and/or gas is usually performed with the lowest commitment of corporate resources, whether financial, balance risk or corporate image. Society awareness, particularly the scientific society, within the negative consequences of the simple disposal in soil, water or air of these products has shifted organizations to be environmental responsible – thus forcing them to seek ways to promote a better management for these wastes. In order to address these difficulties, in this work the MCDA-C methodology has been used to build on stakeholders the essential knowledge to carry out a more environmental-friendly management of industrial waste, identifying, organizing, measuring and integrating the aspects that the decision makers considers necessary and sufficient, be able to highlight situations where performance is below expectations, set goals and coordinate projects that lead the company to a better industrial waste management. This is a descriptive, exploratory, quantitative research despite having qualitative elements.

Keywords: Waste Management; MCDA-C; Performance Evaluation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação sistêmica da problemática.....	27
Figura 2 - Foco econômico interno na gestão de resíduos sólidos.....	49
Figura 3 - Hierarquia para o gerenciamento de resíduos sólidos.....	50
Figura 4 - Técnicas de redução de resíduos.....	52
Figura 5 - Fluxograma de gerenciamento de resíduos sólidos.....	62
Figura 6 - Etapas da pesquisa.....	67
Figura 7 - Fases da pesquisa.....	68
Figura 8 - Macroetapas do processo <i>ProKnow-C</i> , com destaque para as etapas utilizadas na presente pesquisa.....	72
Figura 9 - Seleção de banco de artigos brutos do processo <i>ProKnow-C</i>	74
Figura 10 - Parte do fluxograma do processo <i>ProKnow-C</i>	81
Figura 11 - Etapas da Análise Bibliométrica.....	84
Figura 12 - Fases do MCDA-C.....	107
Figura 13 - Agrupamentos dos conceitos em áreas de preocupação.....	113
Figura 14 - Mapa meios-fins para os Clusters custo e imagem.....	115
Figura 15 - Estrutura Hierárquica de Valor.....	117
Figura 16 - Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF1 – Custo, com os PVEs e descritores.....	119
Figura 17 - Transformação do descritor Lista de Resíduos em função de valor por meio do Método <i>MACBETH</i>	121
Figura 18 - Destaque para os PVEs do grau de periculosidade e alternativas potenciais para determinar as taxas de substituição.....	123
Figura 19 - Taxas de substituição calculadas pelo <i>M-Macbeth</i> para os PVEs do Grau de Periculosidade.....	125
Figura 20 - Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição....	126
Figura 21 - Taxas de substituição do PVF7 – Transporte.....	128
Figura 22 - <i>Status quo</i> do PVF7 - Transporte antes e depois de aplicar Ações de Melhoria.....	130
Figura 23 - Alteração na performance no Descritor (D28) PVE - Lista de Rotas.....	131
Figura 24 – <i>Status quo</i> do PVF1 – Custo.....	133
Figura 25 – <i>Status quo</i> do PVF10 – Ponto de Geração.....	135

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições adotadas por organismos internacionais para o termo “resíduos”.....	32
Quadro 2 - Definições legais adotadas por alguns países para o termo “resíduos”.....	33
Quadro 3: Responsabilidade pelo destino dos tipos de resíduos.....	39
Quadro 4 - Diferenças entre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.....	41
Quadro 5 - Enfoque da contabilidade na gestão ambiental.....	47
Quadro 6 - Código de cores segundo resolução CONAMA nº 275/2001.....	54
Quadro 7 - Tratamentos possíveis para alguns resíduos.....	58
Quadro 8 - Vantagens e desvantagens do processo Landfarming.....	61
Quadro 9 - Relação dos autores dos artigos selecionados como alinhados com o tema da pesquisa por intermédio de seus títulos e resumos.....	79
Quadro 10 - Portfólio final de artigos.....	82
Quadro 11 - Lentes utilizadas na Análise Sistêmica.....	93
Quadro 12 - Subsistema de atores.....	110
Quadro 13 - Dez Primeiros EPAs Identificados.....	111
Quadro 14 - Dez Primeiros Conceitos.....	112
Quadro 15 - Matriz de Roberts da Comparação dos PVEs do Grau de Periculosidade.....	124

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a	Nível de impacto da ação a
<i>AHP</i>	<i>Analytic hierarchy process.</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEE	Comunidade Econômica Europeia
CNEM	Comissão Nacional de Energia Nuclear
EPA	Elementos Primários de Avaliação
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
m	Número de PVFk do modelo.
<i>MACBETH</i>	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique.</i>
<i>MAUT</i>	<i>Multi-attribute utility theory.</i>
<i>MAVT</i>	<i>Multi-attribute value theory.</i>
MCDA	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão
MCDA-C	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista.
Munic	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
Nk	Número de critérios do PVFk, para k = 1,...m
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Planejar-Executar-Verificar-Agir)
PERS	Planos Estaduais de Resíduos
PGRS	Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIRS	Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos
PMGRS	Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos
PMRS	Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e/ou de Regiões – Metropolitanas e/ou Aglomerações Urbanas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<i>ProKnow-C</i>	<i>Knowledge Development Process – Constructivist</i>
PVE	Ponto de Vista Elementares
PVF	Ponto de Vista Fundamental
ℝ	Números reais
Sisnama	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMART	Simple Multi-Attribute Rating Technique
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
VPVf _k (a)	Valor global da ação a do PVFk, para k = 1,...m

$v_{i,k}$ (a) Valor parcial da ação a no critério $i, i = 1, \dots, n$, do PVF $_k$,
para $k = 1, \dots, m$

$w_{i,k}$ Taxa de substituição do critério $i, i = 1, \dots, n$, do PVF $_k$, para
 $k = 1, \dots, m$

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 APRESENTAÇÃO.....	25
1.2 PROBLEMÁTICA.....	27
1.3 OBJETIVOS.....	28
1.3.1 Objetivo Geral	28
1.3.2 Objetivos Específicos	28
1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	28
1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	29
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
2.1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS: TIPOS.....	32
2.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	41
2.3 FOCO ECONÔMICO INTERNO NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	47
3 FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS.....	64
3.1 BASE FILOSÓFICA.....	64
3.2 MÉTODO DE PESQUISA.....	64
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	65
3.3.1 Natureza da pesquisa.....	65
3.3.2 Tipo de pesquisa	65
3.3.3 Amplitude e Profundidade da pesquisa	66
3.4 TÉCNICAS DE PESQUISA	66
3.5 ETAPAS DA PESQUISA	67
3.5.1 Etapa exploratória.....	70
3.5.2 Etapa de coleta de dados	70
3.5.3 Etapa de análise e interpretação dos dados.....	71
4 BIBLIOMETRIA, ANÁLISE SISTÊMICA E PROCEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO.....	72
4.1 PROCESSO DE SELEÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	72
4.1.1 Processo para Selecionar Artigos para o Portfólio Bibliográfico	73

4.1.2 Processo para Realizar a Análise Bibliométrica.....	84
4.1.3 Processo para Realização da Análise Sistêmica	93
4.2 PROCEDIMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO	106
5 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	110
5.1 FASE DE ESTRUTURAÇÃO	110
5.1.1 Contextualização.....	110
5.1.2 Identificação dos Pontos de Vista	111
5.1.3 Mapas Meio-fins e árvore de pontos de vista fundamentais.....	114
5.1.4 Estrutura Hierárquica de Valor e descritores.....	119
5.2 FASE DE AVALIAÇÃO.....	121
5.2.1 Funções de Valor.....	121
5.2.2 Taxas de substituição.....	123
5.2.3 Avaliação global e perfil de impacto da situação atual.....	127
5.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES.....	130
5.4 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	133
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
REFERÊNCIAS.....	147
APÊNDICE A – Elementos primários de avaliação	158
APÊNDICE B – Modelo de avaliação de desempenho da gestão de resíduos industriais e equação global do modelo	162

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

As empresas manufactureiras, em seu processo de transformação e beneficiamento de matérias primas, por vários séculos, têm encarado os resíduos como rejeitos, tendo como prioridade movê-los para áreas que não fossem habitadas. O crescimento do número de indústrias e da população aumentou o volume dos resíduos gerados, além de promover a expansão desordenada dessas cidades, ocupando espaços ora desabitados, geralmente, em bairros periféricos. O contato da população com os subprodutos agrava os impactos negativos sobre as condições de saúde e qualidade de vida das pessoas (DEMAJOROVIC, 1996).

É chamado de resíduo todo produto restante do beneficiamento de alguma matéria-prima, gerando outro produto ou algum produto que não possa mais ser utilizado para sua finalidade de origem. A Resolução N° 313, de 29 de outubro de 2002, Art. 2º, I; entende que resíduos sólido industrial é todo o resíduo que resulta de atividades industriais e que se encontra nos estados sólido, semissólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Essa mesma resolução dispõe sobre a necessidade da elaboração de Programas Estaduais e do Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Entretanto, mesmo após 14 anos de sua criação, em vários estados brasileiros, os inventários não são recentes ou são inexistentes. Para o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), em relatório de pesquisa divulgado em 2012, para os 13 estados (AC, AP, CE, GO, MT, MG, PB, PE, PR, RN, RS, RJ e SP) que atenderam a resolução, a quantidade de resíduos sólidos industriais produzida no Brasil é de 97.655.438 toneladas por ano.

Tendo em conta a grande quantidade de resíduos gerados, cada vez mais eles são considerados uma fonte importante da receita das empresas, seja pela produção mais limpa, minimizando a geração de subprodutos ou pela reutilização desses como fonte de novos produtos, ou ainda através do co-processamento dos resíduos em fornos de cimento, caso esse possua um alto poder calorífico (ÂNGULO et al. 2001). Contudo, a incorporação de valor aos resíduos por si só, não garante o desenvolvimento de uma política eficaz de resíduos (DEMAJOROVIC, 1996).

A sociedade, como uma forma de se resguardar aos problemas gerados pelos resíduos, cria uma série de legislações e regulamentações específicas,

em conjunto com a geração de consciência por meio de programas de coleta seletiva e inserção da educação ambiental e sustentabilidade em todos os níveis de ensino (BUTTER, 2012). Empresas que não levarem essas mudanças em consideração perderão vantagens competitivas e serão impedidas de realizar futuros negócios. Tachizawa (2002) afirma que organizações que adotarem o processo de tomada de decisão estratégica para com as questões ambientais e ecológicas irão ter um diferencial competitivo, incremento de lucros a médio e longo prazos e redução de custos.

Portanto, para manter o diferencial competitivo, é conveniente dispor de um processo de gestão de resíduos sólidos que defina, organize e mensure os critérios necessários e suficientes para permitir seu monitoramento e a geração de ações de melhoria. Realizando estas ações, é possível controlar e minimizar as perdas de qualidade nos processos, retrabalhos, perda de licenças ambientais, custos desnecessários e prejuízo à imagem perante clientes, investidores e sociedade.

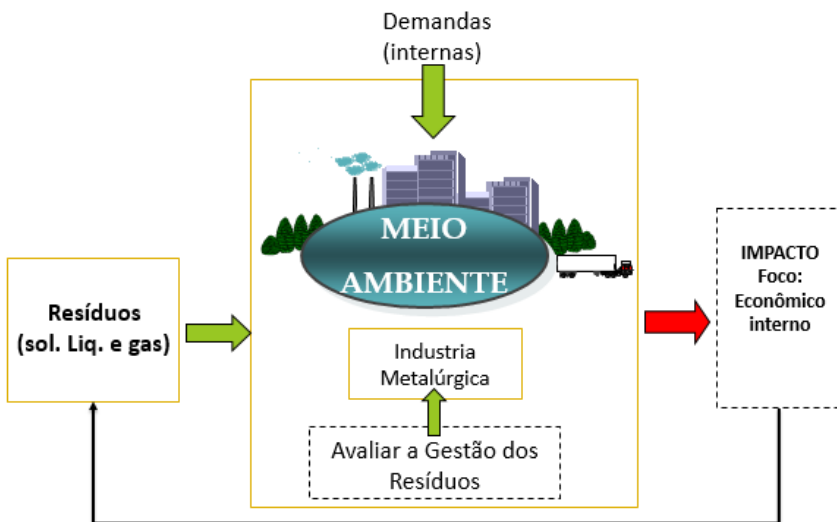
Partindo dessa preocupação, o presente trabalho visa aumentar o conhecimento sobre a gestão de resíduos industriais, especialmente no que se refere ao direcionamento das ações a serem tomadas dentro de um sistema de gestão de resíduos industriais quando observadas no âmbito do impacto global da organização. A escolha do tema foi feita devido à familiaridade do pesquisador com o mesmo, que está atuando com resíduos industriais durante todo seu percurso acadêmico e profissional, inicialmente em seu estágio curricular dentro da graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina e posteriormente, em atuação profissional como Engenheiro Autônomo. Durante essa atuação, em análises anuais das empresas, houve muitos questionamentos sobre a prioridade com o qual ocorria o atendimento de ocorrências voltadas a resíduos. Usualmente, esses atendimentos eram realizados de modo que os setores mais influentes dentro da empresa eram atendidos primeiro.

A atuação de maneira desestruturada não considerava o impacto das ações no contexto geral das organizações, deixando ao acaso que as escolhas tomadas para ordenar as ações sejam positivas para o empreendimento como um todo. Assim, visa-se um instrumento que auxilie, para uma indústria metalúrgica, as relações e fatores que afetam a gestão de resíduos industriais e, por consequência, a empresa como um todo.

1.2 PROBLEMÁTICA

Conforme o que foi exposto anteriormente, a prioridade do modelo a ser criado é proporcionar uma ferramenta de apoio a decisão para profissionais que atuam com gestão de resíduos industriais, dando destaque aos impactos que suas ações promovem. Estes impactos causados pelos resíduos, se tratados de forma inapropriada, podem afetar vários segmentos da sociedade, meio ambiente e economia, tanto do próprio empreendimento como de terceiros. Para representar os vários elementos presentes no contexto, será utilizada uma representação sistêmica conforme Pacheco Júnior, Pereira Filho e Pereira (2000), onde um sistema é pertencente a um ambiente maior (supersistema) e outros menores (subsistemas). A Figura 1 ilustra alguns elementos que influenciam quando se fala de gestão de resíduos industriais.

Figura 1 - Representação sistêmica da problemática



Fonte: Autor, 2015

A Figura 1 ilustra um ambiente maior (macroescala), o meio ambiente que envolve as organizações e que sofre influência de toda a sociedade, por meio de legislações, demandas de mercado pelos clientes, entre outros fatores. O subsistema estudado neste trabalho, denominado na Figura 1 como “Avaliar a Gestão dos Resíduos” para uma indústria

metalúrgica, pretende avaliar a forma como os resíduos, sejam líquidos, sólidos ou gasosos, são tratados e que impacto estas ações provocam. Os resíduos sofrem influência de demandas que vêm de fora da organização, bem como de dentro da própria empresa. Estas influências de demandas internas da empresa podem vir da política do meio ambiente e/ou qualidade, influência de acionistas ou demais funcionários que têm contato com os profissionais responsáveis pela gestão de resíduos sólidos.

Diante do contexto apresentado, a presente dissertação tem como pergunta de pesquisa: Quais são os elementos técnicos a serem considerados para a proposição de um modelo de avaliação da gestão de resíduos sólidos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral: Propor a Construção de um modelo de avaliação para apoiar o processo decisório da gestão de resíduos sólidos em uma indústria metalúrgica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Selecionar um referencial bibliográfico relevante e alinhado ao tema gestão de resíduos sólidos e, a partir deste, evidenciar os periódicos, artigos, autores e palavras-chave de destaque;
- Realizar a análise sistêmica da literatura selecionada para identificar as lacunas de conhecimento e as oportunidades de contribuição científica da avaliação de desempenho como um instrumento de apoio à decisão para a gestão de resíduos sólidos
- Desenvolver um estudo de caso para testar e evidenciar as contribuições científicas da avaliação de desempenho como um instrumento de apoio à decisão aplicado à gestão de resíduos sólidos

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Para atender os objetivos deste trabalho, as seguintes delimitações foram adotadas:

- A Análise Bibliométrica foi realizada com obras que estavam disponíveis gratuitamente na base de dados do Portal Periódicos da CAPES (coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior) e selecionados pelo processo denominado *Knowledge Development Process – Construtivist (ProKnow-C)* em dezembro de 2013.

- O modelo de avaliação de desempenho foi criado para avaliar o sistema de gestão de resíduos de uma empresa metalúrgica.
- O modelo foi construído seguindo os princípios da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) e com base nas percepções de um decisor. Assim, é um modelo particular que se aplica a um contexto específico, não sendo, portanto, um modelo generalista.

1.5 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O trabalho é composto por sete capítulos, com a seguinte estrutura:

- a) No primeiro capítulo é apresentada a introdução em conjunto com a contextualização da problemática, seguida da pergunta de pesquisa, juntamente com o objetivo geral e específicos, suas limitações e encerrando com a organização da dissertação.
- b) O segundo capítulo é dedicado a apresentar o referencial teórico sobre o tema pertinente à pesquisa, como a definição de resíduos sólidos, tipos de resíduos e a gestão de resíduos sólidos, e definir o foco econômico interno dentro da gestão de resíduos sólidos objetando o gerenciamento.
- c) O terceiro capítulo apresenta a fundamentação metodológica que foi utilizada para a realização da pesquisa.
- d) O capítulo 4 visa a construção de uma Análise Bibliométrica que utiliza o instrumento de intervenção *ProKnow-C*, seguido de uma análise sistêmica e procedimentos para a construção do modelo de avaliação de desempenho com a metodologia MCDA-C.
- e) O capítulo 5 é um estudo de caso onde ocorre a construção de um modelo de avaliação em suas três fases: estruturação; avaliação; e, recomendação.
- f) No capítulo 6 são listadas as conclusões feitas ao longo do trabalho, bem como recomendações para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A etapa de referencial teórico apresentada neste capítulo pretende destacar os parâmetros necessários para responder aos objetivos específicos que nortearão esta pesquisa. Assim, apresentam-se os temas: resíduos sólidos; gestão dos resíduos sólidos; e, foco econômico interno dentro da gestão de resíduos sólidos objetando o gerenciamento. Este trabalho descreverá as relações sobre os temas mencionados, visando ter o conhecimento necessário para a construção de um modelo de avaliação para apoio a decisão da gestão de resíduos sólidos em uma indústria metalúrgica.

2.1 OS RESÍDUOS SÓLIDOS: TIPOS

A preocupação com os resíduos sólidos é vista como algo recente. Rodrigues (2009) destaca que, nos últimos séculos, os resíduos eram basicamente compostos de restos de alimentos, excrementos de animais e outros compostos orgânicos. Devido à composição, estes rejeitos reintegravam-se aos ciclos naturais, servindo de adubo para a agricultura.

Com o passar do tempo, ocorreu um aumento da população humana, situação na qual o caminho natural é que os resíduos também sofram um aumento, de forma que estes transcendam a capacidade de adaptação do meio ambiente (FIGUEREDO, 1995). O autor destaca também o surgimento de elementos artificiais e/ou em altas concentrações que, segundo Gomes (2012), foram promovidos pela Revolução Industrial a partir do século XVIII. Estes elementos são considerados nocivos à vida na biosfera e que, devido a dinâmica dos ciclos naturais do planeta, retornam ao contato das populações por meio do que é chamado de poluição. Por exemplo, a poluição pode se apresentar por meio de contaminação das fontes hídricas, alimentos, chuva ácida, mudanças climáticas devido a alterações na camada de ozônio que também contribuem com o aumento de radiação solar, entre outros fatores.

A preocupação com esta poluição somente começou a ter visibilidade por meados do século XX. Isto ocorreu principalmente por meio de movimentos sociais ou grupos que foram afetados diretamente por estes desastres sociais que geraram destaque, tanto na agenda pública nacional e internacional, como na sociedade em geral e meios empresariais (GOMES 2012). Por este motivo, os resíduos deixaram de ser considerados como um indicador de consumo, passando para uma dimensão perigosa onde não somente o volume importa, mas também sua natureza.

Tendo em vista a vasta natureza que pode dar origem aos resíduos, é importante destacar como o termo é compreendido pelo mundo e pelo Brasil, iniciando com a definição adotada por organismos internacionais, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Definições adotadas por organismos internacionais para o termo “resíduos”

Organização	Ano	Definição
CEE	1991	Qualquer substância ou objetos abrangidos pelas categorias fixadas no anexo I da Diretiva 91 / 156/CEE, de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, excluídos os efluentes gasosos, resíduos radioativos, minerais, agrícolas dentre outros. (CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 1991)
CEE	2008	Resíduos: quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer. (PARLAMENTO EUROPEU, 2008)
OCDE	1997	Se refere a qualquer material considerado como desprezível, ou legalmente definido como resíduo no país onde se situa, ou através do qual é transportado. (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 1997)

Fonte: Sanches (2004), adaptado pelo Autor, 2016

As definições adotadas pela Comunidade Econômica Europeia (CEE) – comissão que visa promover a cooperação econômica entre os seus 56 estados membros – estabelecem características das substâncias e objetos que são resíduos sólidos segundo a própria classificação e excluem os efluentes gasosos, resíduos radioativos, minerais, agrícolas, dentre outros. Em contrapartida, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) – organização internacional que defende a democracia representativa e economia de livre mercado que possui 34 países membros – adota uma definição mais abrangente, considerando que cada país deve delimitar o que é resíduo sólido.

Partindo da definição adotada pela OCDE, faz-se necessário conhecer as definições em legislação adotada por alguns países. Estas definições, feitas em tradução livre pelo autor desta dissertação, podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Definições legais adotadas por alguns países para o termo “resíduos”

País	Ano	Definição em legislações
Japão	1970	Refugo, lixo volumoso, cinza, lama e objetos, óleos usados, resíduos ácidos e alcalinos, as carcaças e outras matérias insalubridade e desnecessários , que estão em um estado sólido ou líquido (excluindo os resíduos radioativos e dos resíduos poluídos por radioatividade) - Waste Management Law. (JAPÃO, 1970)
Noruega	1981	Todos os objetos ou substâncias descartadas e inclui os objetos supérfluos e substâncias provenientes de atividades de serviços, produção e instalações de controle de contaminação - Pollution Control Act. (NORUEGA, 1981)
Austrália	1989	Substância ou objetos que: (a) se propõem a ser eliminados; ou (b) estão eliminados; ou (c) for exigida por uma lei de uma Comunidade, um Estado ou Território de ser eliminados - Hazardous Waste (Regulation of Exports and Imports) Act (AUSTRÁLIA, 1989)
Reino Unido	1990	Qualquer substância que se constitui em matéria desprezível ou um efluente ou outra substância não desejada gerada na aplicação de qualquer processo. Ainda, é qualquer substância ou artigo que necessite ser disposto porque está roto, gasto, contaminado ou em decomposição, não incluindo as substâncias explosivas. Qualquer substância ou artigo que seja descartado ou manipulado com resíduo será considerado como tal, a menos que se prove o contrário - Environmental Protection Act (REINO UNIDO, 1990)
Alemanha	1994	“Resíduo” é definido como toda propriedade móvel que o detentor descarta , pretende descartar ou é demandado a descartar. Não estão contemplados na lei alemã, entre outros, resíduos que devem ser dispostos em conformidade com regras específicas, como materiais radioativos, assim como resíduos de mineração, artefatos bélicos, substâncias gasosas não contidas em recipientes e substâncias lançadas na água ou nos sistemas de esgoto sanitário - Kreislaufwirtschafts (ALEMANHA, 1994)
Itália	1997	Refere a qualquer substância ou objeto, produto da atividade humana ou de eventos naturais, que são descartados ou se tem intenção de descartar -

		Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (ITALIA, 1997)
China	2001	Qualquer substância sólida, semi-sólido, ou contidas gasoso ou material resultante da produção, a vida diária e outras atividades, que perdem seu valor de uso original, ou que não perde valor de uso, mas é descartado, e substância ou material regulamentados como resíduos sólidos pelas leis e regulamentos - Basel Convention Country Fact Sheet (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2001)
Holanda	2001	A Holanda utiliza a definição da Comissão Europeia de resíduos, tal como descrito na Directiva 2006/12 / CE, do artigo 1: "qualquer substância ou objeto nas categorias do Anexo I explicita quais o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer" - Basel Convention Country Fact Sheet (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2001)
EUA	2002	O termo " resíduos sólidos " significa qualquer lixo, recusa , lodo de estação de tratamento de resíduos, abastecimento de água, estação de tratamento, ou recurso de controle de poluição do ar e outros materiais descartados, incluindo sólido, líquido, semi-sólido, ou contenha material gasoso resultante de processo industrial , operações comerciais, de mineração e agrícolas, e de atividades comunitárias, mas não inclui material sólido ou dissolvido em esgoto doméstico, ou materiais sólidos ou dissolvidos em fluxos de retorno de irrigação ou descargas industriais que são fontes pontuais sujeitas a licenças ao abrigo da secção 402 da Lei de Controle de Poluição da Água Federal, conforme alterada (86 Stat. 880), ou fonte, nuclear especial, ou materiais derivados, conforme definido pela Lei de Energia Atômica de 1954, conforme alterada (68 Stat. 923) - Solid Waste Disposal Act 1 (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2002).
México	2003	Material ou produto cujo proprietário deseja se desfazer , estando em estado solido ou semissólido, liquido ou gasoso, podendo ter valor agregado e ser exigido sua eliminação correta segundo legislação vigente - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (MÉXICO, 2003).

Finlândia	2007	Resíduos, qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção, ou é obrigado a rejeitar - Waste Act (FINLÂNDIA, 2007)
Dinamarca	2010	Resíduos são qualquer substância e qualquer item referido no Anexo 2, que o detentor se desfaz, pretende desfazer ou é obrigado a rejeitar. Como os resíduos não são considerados substâncias ou os objetos resultantes de um processo de produção não direcionado principalmente para produzir esta substância ou objeto, e se: 1) é certo que a substância ou objeto de reutilização, 2) A substância ou objeto poder ser utilizado diretamente, sem qualquer outro processamento que a prática industrial normal, 3) a substância ou objeto ser produzido como parte integrante de um processo de produção, e 4) posterior utilização ser legítima, isto é, a substância ou objeto satisfazer todos os requisitos relevantes para o produto, proteção ambiental e de saúde para a utilização específica e não acarretar para a saúde global adverso ambiental ou humana - BEK nr 48 af 13/01/2010 Historisk (DINAMARCA, 2010)
Espanha	2011	“Resíduo”, qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer - Lei 22/2011. (ESPANHA, 2011)
Uruguai	2013	Resíduo ou sucata: toda a substância material ou objeto que está disponível ou excluído, caso pretenda ceder ou remover, ou são obrigados a fornecer ou excluir - Decreto Nº 182/013 (URUGUAI, 2013)
França	2015	É resíduos qualquer resíduo resultante de um processo de produção, transformação ou utilização, qualquer substância, material, produto ou, qualquer objeto que é descartado ou que o detentor queira se desfazer - Code de l'environnement (FRANÇA, 2015)

Fonte: Autor, 2016.

Ao observar as definições expostas no Quadro 2, é possível verificar a baixa similaridade ou uniformização entre os 15 países analisados. Dentre as legislações verificadas, observa-se que resíduos são, de modo geral, todo produto indesejável por seu dono e que não apresenta valor agregado e por consequência, será descartado.

Dias Neto (2009) afirma que os produtos só ganham fluxo quando tiverem valores econômicos. Afirmção esta que é verificada pela legislação

dos países destacados, uma vez que é visível a ausência de ações voltadas à reciclagem em suas definições para resíduos. O mesmo autor afirma que o potencial dos resíduos pode gerar significativo ganho ao ser utilizado por outros segmentos, ou seja, oportunidade de geração de renda e trabalho, quando adotado formas adequadas de controlar os riscos à saúde e ao meio ambiente, de maneira a não promoverem poluição.

Os ganhos comentados em relação a resíduos sólidos, segundo Dias Neto (2009), podem advir de três grupos de atividades. A primeira advém de empresas que prestam serviços de coleta de resíduos, bem como o tratamento adequado ou disposição final, sendo seguido por segmentos que visam compreender os resíduos como materiais que têm o potencial de serem reincorporados ao ciclo produtivo por meio de reutilização e/ou reciclagem.

A última forma ocorre por meio de incentivos a empreendimentos ou tecnologias que visam evitar ou diminuir a geração de resíduos sólidos. Segundo o mesmo autor, dentre as três, a primeira ainda prevalece como principal prática.

A legislação brasileira apresenta um tom diferente em sua definição, seja a Resolução Nº 313 apresentada na introdução desta dissertação, ou a mais recente lei, intitulada Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, que define resíduo sólido como:

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, art 3, p.21).

É opinião do autor desta dissertação que apresentar uma definição que enquadra o resíduo sólido como algo natural que é gerado em atividades humanas é mais adequado para uma sociedade que almeja contemplar os três grupos de atividade para com os resíduos. Moraes (2003) dá subsídio para esta afirmação, destacando que gestão sustentável de resíduos sólidos deve considerar o momento de surgimento do resíduo, onde a ênfase deve ocorrer em evitar sua geração, diminuir, reaproveitar e, em último caso, quando não existirem soluções técnica ou economicamente viáveis, promover a

destinação adequada para o tipo de resíduo em questão, considerando aspectos técnicos, sociais, econômicos, institucionais e ambientais.

Uma vez verificado como o termo resíduos sólidos é compreendido pelo mundo, é possível dar continuidade ao entendimento sobre a vasta natureza que podem originar esses subprodutos que terão composições variadas. Para conhecer esta composição, verificações físicas – peso, aspecto geral do resíduo, umidade, grau de heterogeneidade e outros - e químicas – pH, concentrações de sólidos fixos e voláteis, concentração de carbono e nitrogênio e outras – devem ser realizadas com a finalidade de promover um destino final adequado (BIDONE, 1999).

Além de fatores como peso e composição, a origem do material deve ser considerada, uma vez que existem responsabilidades diferentes para os geradores, assim como destinos e tratamentos conforme sua degradabilidade. Para a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a origem dos resíduos é classificada como:

- **Industriais:** Resíduo que tem sua origem em atividade industrial. Ou seja, todos os resíduos provenientes do processo produtivo e o lodo proveniente dos processos de tratamento de efluentes. Não são incluídos a estes, resíduos gerados em escritórios ou ainda classificados como não perigosos, quando estes estão em pequenas quantidades. Tendo em vista a existência de resíduos industriais que apresentam periculosidade, ao meio ambiente – quando o mesmo foi gerenciado de forma inadequada - e/ou as pessoas que são a ele expostas – risco a saúde pública, provocando incidência de doenças e/ou mortalidade -, a ABNT NBR 10.007/2004 divide os resíduos em dois grupos, Classe I e Classe II, sendo sua classificação:

- **Resíduos classe I (Perigosos)**

Aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente, ou uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

- **Resíduos Classe II (Não perigosos)**

- ◆ **Resíduos Classe II A – Não Inertes:** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I (perigosos) e de resíduos Classe II-B (Inertes) e que podem apresentar propriedades como:

combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água.

- ◆ **Resíduos Classe II B – Inertes:** são aqueles que ao sofrer uma análise de solubilização, em água desionizada ou destilada, segundo especificações da norma ABNT NBR 10.007/2004, e controle dinâmico e estático com as mesmas águas, conforme norma ABNT NBR 10.006/2004, não apresentam nenhum aumento de concentração que ultrapasse os limites superiores aos padrões de potabilidade de água, listagem 8, anexo H da ABNT NBR 10.004/2004, excetuando-se aspecto de turbidez, cor, sabor e dureza.

- **Urbanos:** Correspondem a todos os resíduos produzidos em domicílios residenciais e estabelecimento comerciais, restaurantes, hotéis, escritórios, supermercados, serviços de limpeza urbana, entre outras. Os resíduos não domiciliares destas origens quando não ultrapassam 50kg/dia, são recolhidos pelas prefeituras municipais (PHILIPPI JR. et al., 2004).

- **Serviço de saúde:** Tem sua origem em atividades relacionadas à saúde como laboratórios, farmácias, veterinárias, consultórios odontológicos, hospitais, entre outros (PHILIPPI JR. et al., 2004). Devido ao seu potencial de contaminação ao meio ambiente e pessoas, os resíduos têm um tratamento específico, conforme ABNT NBR 12.808/1993.

- **Serviços de Transportes:** São resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteiras. Devido ao potencial de transferência de organismos patogênicos oriundo de outras localidades, estes resíduos devem receber tratamento diferenciado.

- **Agrícola ou Agrossilvopastoris:** São resíduos gerados em atividades agropecuárias e/ou silviculturais. Os resíduos mais presentes neste segmento correspondem as embalagens de produtos que podem conter vestígios de produtos químicos com alto grau de toxicidade. Para a destinação final, a responsabilidade é compartilhada entre o gerador e a empresa responsável pela fabricação do produto.

- **Entulhos:** Usualmente são originados a partir de atividades de construção civil, resto de obras, escavações ou demolições, podendo surgir em atividades de limpeza de ambientes, reformas, entre outros.
- **Mineração:** Têm sua origem na extração ou beneficiamento de minérios, sendo a maior parte de sua composição constitui-se de resíduos classe II-A (AGMA, 2001).
- **Radioativos:** Não estão no escopo da lei nº 12.305, sendo regidos pela lei nº 10.308, de 20 de novembro de 2001. Devido ao seu alto índice de dano e poluição, estes resíduos são geridos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM). Podem ser originários na produção de energia e/ou em equipamentos que utilizam compostos radioativos.

Uma vez sendo definida a classificação da a origem dos resíduos, é possível evidenciar a responsabilidade do destino final dos mesmos. Os responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos segundo sua origem podem ser verificados no Quadro 3.

Quadro 3 - Responsabilidade pelo destino dos tipos de resíduos

Tipo de Resíduo	Responsável
Domiciliar	Município
Comercial	Município*
Serviços	Município
Industrial	Gerador (Indústrias)
Serviços de saúde	Município e Gerador (Hospitais, etc)
Serviços de Transporte	Gerador (Portos, etc)
Agrícola ou Agrossilvopastoris	Gerador (Agricultor)
Entulhos	Gerador*
Radioativo	CNEN

Obs.: (*) o Município tem responsabilidade por pequenas quantidades (usualmente menos que 50kg/dia), e de acordo com a legislação municipal específica

Fonte: Jardim et al. (1995) e Jacobi e Besen (2011), adaptado pelo Autor, 2016

Dias Neto (2009) afirma em seu trabalho que os resíduos, quando não gerenciados de forma correta, podem acarretar problemas de ordem ambiental, econômica e social. Ainda segundo o autor, os problemas ambientais ocorrem inicialmente pelo mal-uso dos recursos naturais ao gerar quantidade excessiva de resíduos e, por consequência, uso elevado de energia, que pode afetar toda a cadeia de exploração, produção, consumo e

descarte que, por meio de práticas mais adequadas, poderiam ser minimizadas ou evitadas. Além disto, há consequências relacionadas a fatores sociais, pois os resíduos provocam problemas de ordem sanitária quando não descartados de forma adequada, gerando gastos de recursos públicos e materiais que deixam de ser utilizados para a promoção de qualidade de vida. Destaca-se ainda o agravante de indivíduos dependentes dos materiais recicláveis que foram descartados. Há ainda os fatores econômicos, comprometendo áreas que tem seu valor de mercado diminuído, gasto desnecessário em materiais desperdiçados, proliferação de roedores e artrópodes justificam um aumento de gastos em saúde e limpeza pública, entre outros.

Pelos motivos expostos, o autor desta dissertação concorda com o trabalho de Brollo e Silva (2001), que afirma que, quando se fala de resíduos sólidos, é necessário evitar sua geração ou, quando inevitável, reutilizá-los, reciclá-los, utilizar soluções técnicas para recuperar sua energia e, quando nenhuma das práticas anteriores se mostrar viável, tornar os resíduos inertes antes de realizar a disposição final, de maneira a não comprometer os meios ambiental, social e econômico. Para atender a estas questões, um direcionamento que preveja as consequências dos atos, organize as demandas, coordene, comande, controle e mensure os critérios necessários e suficientes para permitir seu monitoramento e a geração de ações de melhoria torna-se necessário, direção esta que é de responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos que será abordada na próxima seção.

2.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Definir gestão não é uma atividade trivial, tendo em vista o grande número de definições e autores que falam sobre o tema. Batista (2008) afirma que a realização de planejamento, implementação de planos, bem como seus mecanismos de controle com o intuito de alcançar objetivos, são ações que ocorrem desde o início do século XX com a Administração Científica proposta por Taylor. A realidade do novo século traz novos desafios para o gestor moderno, obrigando-o a ter conhecimentos interdisciplinares para formação de equipes, inovação tecnológica e eficiência ao atendimento dos prazos para a tomada de decisão e realização de tarefas (AZAMBUJA, 2002).

Antes de dar continuidade ao assunto sobre a gestão dos resíduos sólidos, é necessário ocorrer um alinhamento entre os termos gestão e gerenciamento, uma vez que esta distinção é importante para o entendimento neste trabalho. Apesar de parecerem similares, apresentam abordagens diferentes e complementares.

Lima (2001) define gestão de resíduos sólidos como o conjunto de atividades que tangem a tomada de decisão estratégica quando se fala de aspectos institucionais, operacionais, administrativos, financeiros e ambientais. De forma mais clara, é a definição de instrumentos e dos meios, juntamente à formulação das políticas. Já o gerenciamento, para o mesmo autor, envolve aspectos gerenciais, administrativos, econômicos e de desempenho, levando em conta os aspectos tecnológicos e operacionais.

Outros autores definem estes dois termos de forma semelhante. Azambuja (2002) considera o termo gestão como uma orientação ao administrador de “o que fazer”, já o termo gerenciamento estaria ligado ao “como fazer”. Loper (2003), por sua vez, direciona a gestão de resíduos sólidos como o conjunto de leis e normas relacionadas a estes e o gerenciamento como todas as operações que envolvam os resíduos, como a coleta, transporte, disposição final e outras.

O conjunto destes autores evidenciam a existência de diferenças entre a gestão e o gerenciamento. Massukado (2004) apresentou uma comparação entre os termos que pode ser observada no Quadro 4.

Quadro 4 - Diferenças entre gestão e gerenciamento de resíduos sólidos

Gestão	Gerenciamento
O que fazer	Como fazer
Visão ampla	Implementação desta visão
Decisões estratégicas	Aspectos operacionais
Planejamento, definição de diretrizes e estabelecimento de metas	Ações que visam implementar e operacionalizar as diretrizes estabelecidas pela gestão
Conceber, planejar, definir e organizar	Implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar

Fonte: Massukado (2004).

Partindo do Quadro 4, é possível desenhar um exemplo prático: a priorização de processos que gerem menos resíduos é uma tomada de decisão em nível estratégico que cabe à gestão; já a operacionalização das tecnologias seriam atribuições do gerenciamento que cabe ao gerente.

Uma vez conhecendo a visão da academia, torna-se necessário observar como a legislação brasileira aborda os termos, definição esta que será adotada nesta dissertação, uma vez que é um posicionamento que promoverá oportunidades para uma indústria metalúrgica, sendo definida pela PNRS:

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta,

transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: 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; (LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, art 3, p.21).

Uma vez definido o posicionamento do trabalho para com os termos, o questionamento seguinte é: como compor um modelo de gestão de resíduos sólidos? Lima (2001) fez o mesmo questionamento, respondendo que um modelo de gestão de resíduos sólidos é o conjunto de referências político-estratégicas, legais, financeiras, institucionais e ambientais, que sejam capazes de guiar a organização com relação às práticas no que tange aos resíduos sólidos. O autor ainda destacou que um modelo de gestão de resíduos sólidos não pode ser composto sem os seguintes elementos:

- Reconhecimento dos agentes sociais envolvidos, juntamente à identificação do papel que os mesmos desempenham e promover a sua articulação;
- Consolidar a legislação vigente necessária para a operação na atividade e os mecanismos que possibilitam a implementação destas leis;
- Mecanismo de financiamento que permita que as estruturas de gestão e de gerenciamento tenham auto sustentabilidade;
- Informação à sociedade, que é representada pelo Poder Público e/ou setor produtivo em questão, com o objetivo de promover controle social; e,
- Sistema de planejamento integrado que esteja orientado à implementação das políticas públicas do setor.

Moraes (2003) define o modelo de gestão de resíduos sólidos como um sistema que considere o momento da geração dos resíduos em conjunto com a maximização de seu reaproveitamento e/ou reciclagem, até os processos de tratamento e destinação final, esta última sendo feita de forma que contemple as especificidades do local nos aspectos técnicos, econômico, social, financeiro, institucional e ambiental. Já o trabalho de Nunesmaia

(2002) considera ser um sistema que deve ser socialmente integrado, considerando os diversos atores envolvidos, e características essenciais para o modelo proposto, sendo estas a comunicação e educação ambiental, tecnologias limpas, a economia, o social e o ambiental, os pontos essenciais.

Alguns países da Comunidade Europeia (França, Dinamarca, Holanda e Alemanha) e outros (Estados Unidos e Japão) apresentam princípios a serem incorporados nas políticas e metas dos modelos de gestão de resíduos sólidos. Lima (2001) salienta as metas prioritárias como:

- A prevenção com objetivo de reduzir o volume de resíduos por meio de tecnologias limpas no sistema produtivo com a utilização da análise de ciclo de vida dos produtos;
- Reciclagem e reutilização dos resíduos de maneira a reintroduzir os rejeitos, antes indesejados, ao ciclo produtivo, incluindo tecnologias de recuperação de energia e objetivando a maior vida útil dos equipamentos de disposição final;
- Utilização da disposição final somente quando exauridas todas as opções de reutilização e/ou reciclagem; e,
- Reabilitação de áreas degradadas

A legislação brasileira, por sua vez, coloca os princípios de gestão de maneira conjunta com os de gerenciamento. Estes podem ser observados na PNRS em seu Art. 9º que estabelece:

Art. 9º - Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, art. 3, p.21).

Estes princípios devem ser considerados na elaboração dos planos de resíduos sólidos em seis esferas: Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS; Planos Estaduais de Resíduos - PERS; Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e/ou de Regiões – Metropolitanas e/ou Aglomerações Urbanas – PMRS; Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos - PIRS; Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos - PMGRS; e, os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS. Os cinco primeiros (PNRS, PERS, PMRS, PIRS e PMGRS) são de responsabilidade da União, estados e municípios, restando o PGRS, que cabe às empresas. Tendo em vista o foco desta dissertação em atender as questões para uma indústria metalúrgica, o destaque será dado para o PGRS.

A elaboração do PGRS é obrigatória, segundo Art. 20º da lei nº12.305/2010, para todas as empresas que gerem resíduos: de serviço públicos de saneamento básico que não sejam enquadrados como domiciliar ou de varrição; industriais, tendo em vista a potencial presença de resíduos classe I; de serviços de saúde pelo seu potencial de contaminação; de mineração; e, estabelecimentos comerciais ou de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares. Ainda em relação aos estabelecimentos comerciais, são sujeitos à elaboração do PGRS: as empresas de construção civil, segundo normas estabelecidas pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama; responsáveis por terminais, empresas de transporte ou ainda geradores de resíduos de transporte, segundo normas estabelecidas pelo Sisnama, ou do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil – SNVS; e, os responsáveis por atividades agrícolas ou agrossilvopastoris quando exigido pelo Sisnama, SNVS ou o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária – SUASA.

Uma vez definido quem deve realizar o PGRS, o conteúdo mínimo do mesmo, segundo Art. 21º da lei nº12.305/2010, deve conter uma descrição do empreendimento juntamente a um diagnóstico. Este empreendimento deve mencionar origem, quantidade e características de todos os resíduos gerados, além dos passíveis ambientais a eles relacionados, bem como observar a legislação e normas vigentes para o segmento, destacando a necessidade do alinhamento com o PMGRS, caso exista.

Ainda segundo o PGRS, o plano deverá ter um profissional técnico devidamente habilitado, sendo responsável por cada etapa do gerenciamento. Destaca-se que este deve manter atualizadas e disponíveis todas as informações sobre a implementação e operacionalização do plano em questão. As informações supracitadas devem detalhar os procedimentos relativos ao gerenciamento dos resíduos sólidos que são de responsabilidade da empresa, estendendo o mesmo detalhamento para os resíduos cuja responsabilidade compartilha com outros gerados.

Observando o PGRS, para que ocorram melhorias a longo prazo, metas e procedimentos para minimizar, reutilizar e reciclar devem ser incluídas e revisadas periodicamente. Este período pode coincidir com o período de vigência da licença ambiental para empreendimentos que necessitam de licenciamento. Indo ao encontro destas metas, uma análise do ciclo de vida dos produtos deve ser considerada, possibilitando: que os produtos, após o uso pelo consumidor, sejam aptos à reciclagem ou a destinação ambientalmente adequada; divulgação ao consumidor sobre as formas de promover a reciclagem ou eliminação correta, podendo a empresa

geradora realizar ações de recolhimento dos produtos após o fim de seu uso; e, garantir que a fabricação gere menos resíduos quando possível.

O plano, quando tange ao atendimento a emergência, estabelece que ações preventivas e corretivas devem ser tomadas para situações onde o gerenciamento incorreto ou acidentes ocorram. Em situações onde o impacto negativo for uma realidade, medidas saneadoras sobre os passivos ambientais devem ser geradas e registradas.

Jacobi e Besen (2011) destacam como positiva a Política Nacional de Resíduos Sólidos, incluindo aspectos já conhecidos da gestão ambiental, tal como responsabilidade compartilhada, ciclo de vida dos produtos, metas de redução, entre outros, com destaque especial ao direcionamento geral para com a redução, reutilização e reciclagem por meio de metas que visam reduzir os resíduos encaminhados para disposição final em aterros sanitários, sendo substituída pela disposição final ambientalmente adequada.

O autor desta dissertação salienta a ausência de informações no Portal Periódicos da CAPES, até a finalização deste trabalho, sobre o nível de atendimento da PGRS pelas empresas que são sujeitas à sua elaboração, sendo esta uma oportunidade a ser verificada, tanto em nível de presença dos planos como em atendimento aos requisitos destacados anteriormente. Quanto ao PMGRS, por sua vez, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic), ano base 2014, destaca que, dentre os 5570 municípios brasileiros, 1865, aproximadamente 33%, declararam possuir planos de gestão integrada de resíduos sólidos, segundo a PNRS (IBGE, 2014).

A baixa adesão dos municípios é um indício sobre o grau de atendimento das empresas. Esta suposição é baseada em Brollo e Silva (2001), que destacam que o grande obstáculo à gestão dos resíduos sólidos é a mudança de cultura, onde acredita-se em um cenário de inesgotabilidade dos recursos naturais.

O PNRS coloca a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil em um caminho de continuidade, por meio das orientações de promover a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequados, somado às metas que são periodicamente redefinidas dentro dos PGRS, empregando a visão cíclica, contínua e espiralada. Este pensamento contínuo pode ser observado em sistemas de gestão amplamente utilizados no mundo, como a ISO 14.001 (OLIVEIRA e PINHEIRO, 2010), que aborda o sistema de gestão ambiental baseado na metodologia Plan-Do-Check-Act (PDCA) / (Planejar-Executar-Verificar-Agir) (ABNT NBR ISO 14001), sendo este, um indício de que a PNRS está na direção certa. Dias Neto (2009) destaca que esta visão contínua permite, ao revisar as metas, que o ciclo seja reiniciado sobre uma nova perspectiva que possibilita reavaliar a eficiência, eficácia e

efetividade dos instrumentos para um resultado mais adequado ao contexto onde o empreendimento está inserido.

2.3 FOCO ECONÔMICO INTERNO NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A sociedade moderna, em sua busca por aumento financeiro (FENKER, 2013), cada vez mais demanda um cenário claro das organizações para evitar situações inesperadas com o direcionamento adotado pela gestão, onde as informações sobre as questões ambientais não são uma exceção. Conforme afirmam Tinoco e Robles (2006), a contabilidade, além do papel tradicional de registrar transações econômicas, vem assumindo a função de divulgar o contexto atual da gestão ambiental, para salvaguardar o patrimônio das empresas, por meio de ações que previnam e corrijam danos.

Esta afirmação vai ao encontro do trabalho de Lima e Viegas (2002), que defende que a preocupação com a questão ambiental é ética e econômica, pois dependendo do direcionamento tomado, a permanência da empresa no mercado pode ser comprometida. Assim, segundo os mesmos autores, a contabilidade assume o papel de destacar informações do contexto ambiental de modo que promova a discussão do tema entre pesquisadores e profissionais.

Bergamin Jr. (1999) ressalta que a contabilidade da gestão ambiental foi “promovida” ao *status* de ciência contábil com a publicação do relatório denominado “Relatório financeiro e contábil sobre o passivo e custos ambientais”, publicado pelo Grupo de Trabalho Intergovernamental de Especialistas para Padrões Internacionais de Contabilidade e de Relatórios das Nações Unidas (*Isar — United Nations Intergovernmental Working Group of Experts on International Standards of Accounting and Reporting*), em fevereiro de 1998.

Partindo dos objetivos das empresas que pretendem implantar a contabilidade em sua gestão, um diferente enfoque pode ser adotado de maneira a aumentar o entendimento sobre o contexto onde a empresa está inserida. A Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency) divide o enfoque da contabilidade dirigido a atender um determinado cenário, conforme observado no Quadro 5.

Quadro 5 - Enfoque da contabilidade na gestão ambiental

Discriminação	Enfoque	Dirigido ao usuário
Contabilidade nacional	Macroeconômico, economia nacional	Externo
Contabilidade financeira	A empresa	Externo
Contabilidade gerencial ou de custos	A empresa, departamentos, linha de produção	Interno

Fonte: Environmental Protection Agency (2002)

Uma vez o cenário sendo bem definido, com a utilização da contabilidade na área ambiental, segundo Tinoco e Robles (2006), ocorreram inovações associadas a três temas:

- Definição dos custos, bem como as despesas operacionais e os passivos ambientais;
- Forma como ocorre a mensuração dos passivos ambientais, dando destaque para decorrentes de ativos com vida longa; e,
- Melhoria das notas explicativas, indicadores de desempenho, padronização de processos de fornecimento de informações ao público por meio de divulgação de relatórios ambientais abrangentes.

Dentro desta inovação, com o objetivo de promover um aumento da conservação do meio ambiente, a contabilidade almeja controlar, ainda segundo Tinoco e Robles (2006), os seguintes aspectos:

- Fornecimento – Diminuição dos insumos virgens e uso extensivo de materiais renováveis ou reciclados;
- Processo produtivo eficiente – Mínima geração de resíduos e emissões atmosférica alinhado ao baixo consumo de água e energia; e,
- Natureza do produto – produtos que possuam o mínimo de embalagens ou vasilhames e que estes possam ser reciclados ou reutilizados.

Retomando o ponto inicial desta seção, a explicitação do cenário das organizações é atendida pela especificidade da contabilidade que visa atender a gestão interna, por meio dos pontos destacados anteriormente, reduzindo

custos e despesas operacionais e qualidade do produto (TINOCO e KRAEMER, 2004). Os autores destacam também que promover mais transparência às exigências legais da organização diminuirá os custos com multas, indenizações e perda de clientes. A transparência deve ser referente ao atendimento de leis e normas, bem como demandas de parceiros, acionistas e clientes internos ou externos.

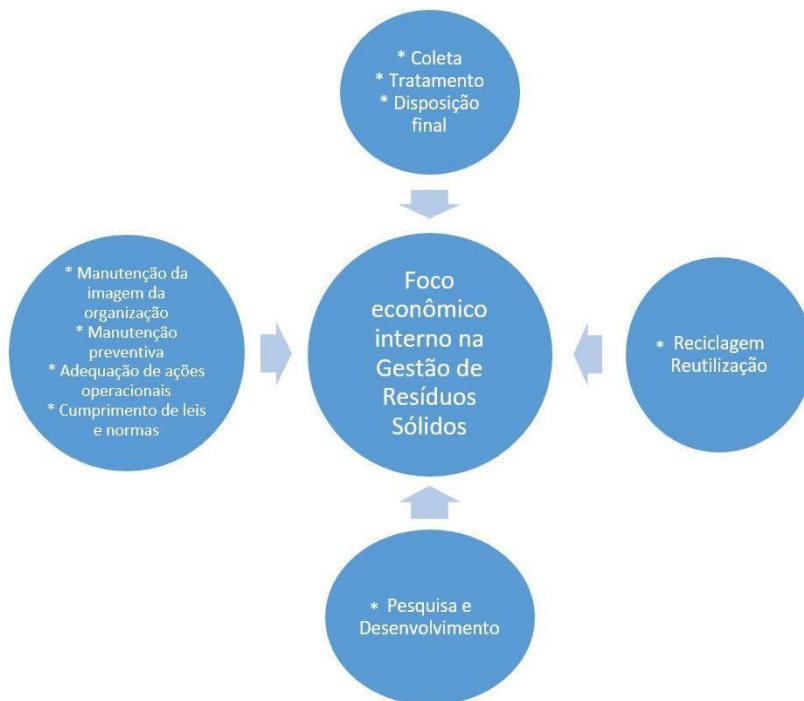
A divisão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas considera a contabilidade ambiental como uma abordagem que torna mais fácil a transição de informações da contabilidade de custos e contabilidade financeira, com o objetivo de aumentar a eficiência de materiais e reduzir o risco e o impacto, buscando com a finalidade de diminuir os custos de salvaguarda ambiental. Estando a gestão de resíduos sólidos dentro da demanda ambiental, é possível generalizar os ganhos da contabilidade ambiental também para este segmento. Esta relação também foi verificada por Tinoco e Robles (2006), que afirmam que a contabilidade ambiental pode proporcionar uma grande redução de custo na gestão de resíduos sólidos.

Assim, para definir o foco econômico interno, que é pertinente nesta dissertação, é necessário resgatar Dias Neto (2009), que foi mencionado no início do referencial teórico. O autor destaca que os ganhos em relação aos resíduos sólidos podem advir de três grupos de atividades: coleta, tratamento ou disposição final; reciclagem ou reutilização; e pesquisa e desenvolvimento. Ao concatenar com as ideias de Tinoco e Kraemer (2004), ao falar sobre multas, indenizações e perda de clientes, é possível incluir outra forma de obter um possível ganho econômico.

Este ganho econômico se dá pelo gerenciamento adequado dos procedimentos operacionais, administração da imagem da organização visando manutenção dos clientes e cumprimento da legislação de modo a não receber punições dos órgãos fiscalizadores. Marcorin e Lima (2003) destacam que o ganho econômico não ocorre somente pelo ganho de receita - ao se vender um produto por exemplo -, pois este pode advir de ações que diminuam os custos - como ao alterar a forma de transporte de um produto que diminua o custo logístico - ou ainda por meio de ações que visam prevenir custos futuro - como por meio de uma política de manutenção preventiva -.

As informações quanto ao foco econômico interno na gestão de resíduos sólidos, que é pertinente nesta dissertação, podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 - Foco econômico interno na gestão de resíduos sólidos



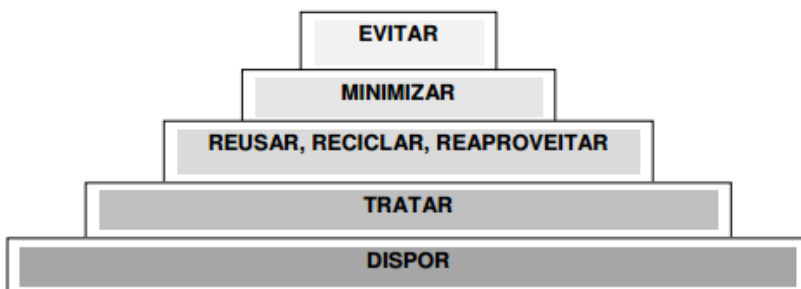
Fonte: Autor, 2016

O enfoque adotado pelo foco econômico interno da gestão de resíduos sólidos se enquadra, dentre as opções apresentadas no Quadro 5, como interna, sendo abordada a empresa, departamentos e linhas de produção. Este enquadramento é semelhante ao posicionamento adotado pela *U.S Environmental Protection Agency*, que foca a contabilidade ambiental nos custos internos à companhia, ênfase aos custos ambientais e utiliza as informações para a tomada de decisão da gerência dentro da organização (EPA, 2002). Tinoco e Kraemer (2004) destacam ainda que ela comprova a evolução da atuação ambiental, fragilidade de determinados aspectos ambientais e destaca oportunidades de melhoria. Para embasar a tomada de decisão da gerência, conhecer o gerenciamento de resíduos sólidos torna-se necessário para evidenciar os caminhos que devem ser trilhados para promover ações que visem aumentar o ganho econômico e vantagem competitiva (TINOCO E KRAEMER, 2004).

O gerenciamento dos resíduos sólidos envolve um conjunto de ações que estejam alinhadas com a PNRS, que estabelece a não geração, redução,

reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e disposição final. A hierarquia para o gerenciamento de resíduos pode ser observada na Figura 3, salientando que esta decresce em eficácia, pois inicia com a eliminação do resíduo e termina na disposição controlada.

Figura 3 - Hierarquia para o gerenciamento de resíduos sólido



Fonte: Tocchetto e Coutinho (2005)

O direcionamento dado pela PNRS ou por autores anteriormente citados possibilita que o planejamento do gerenciamento de resíduos seja realizado de maneira a considerar as especificidades do ambiente onde o mesmo está inserido, com o intuito de promover a maior eficiência e globalidade do processo (TOCCHETTO E COUTINHO, 2005).

Naime (2005) afirma que, para o planejamento seja elaborado de forma adequada em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos, este deve responder aos seguintes quesitos:

- Quais os resíduos gerados, quais suas quantidades e o setor de origem?
- Quais as opções tecnológicas disponíveis para cada resíduo identificado?
- Quais os custos para cada opção?
- Quais os riscos envolvidos a curto, médio e longo prazo ao serem considerados aspectos legais, penais, financeiros, técnicos, éticos e morais?

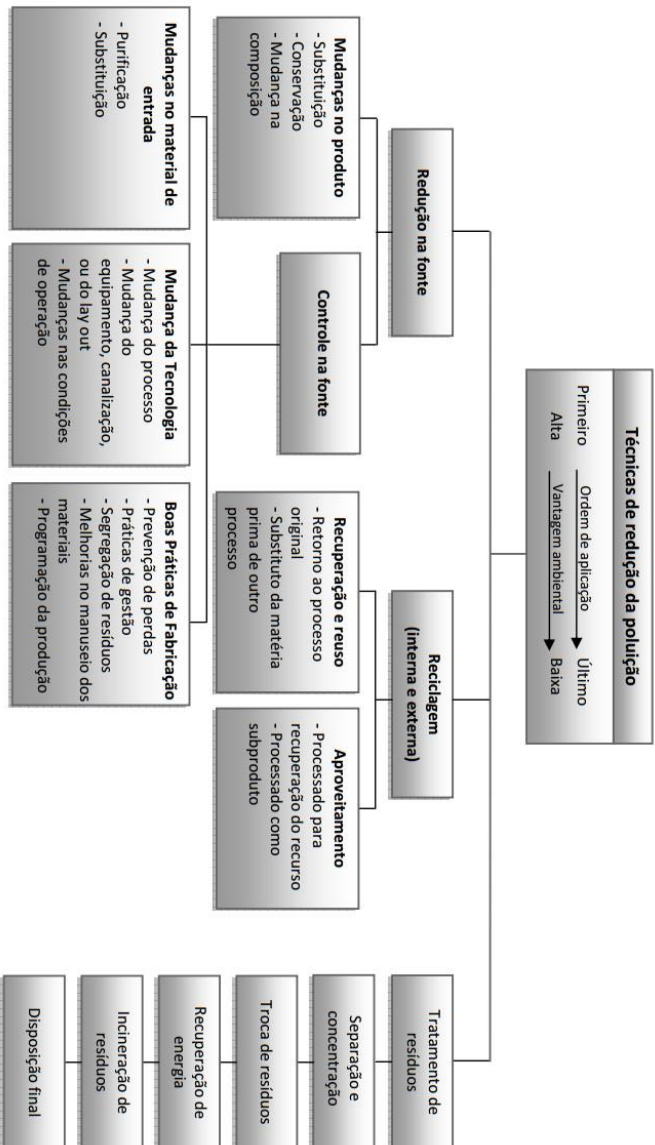
Com o objetivo de obter maiores informações sobre os resíduos, Massukado (2004) propõe que seja realizada a composição gravimétrica que apresenta a porcentagem em peso de todo componente que fizer parte da fração amostral dos resíduos. Por meio desta análise, é possível conhecer

quais são os resíduos e sua composição, bem como seu possível destino de reuso, tratamento ou disposição final.

Ao valorizar os componentes identificados, uma administração adequada permite que os materiais extraídos dos resíduos sejam comercializados e/ou utilizados para geração de energia e diminuição do volume e custo de resíduos a serem dispostos, por meio de retirada de materiais desejados (TOCCHETTO E COUTINHO, 2005).

Possuindo as características dos resíduos, é possível entender como os resíduos são gerados, de modo a agir para diminuir ou evitar sua geração. Simião (2011) baseada no trabalho de LaGrega et al.(1994), propõe uma visão geral das técnicas que são usadas para a redução de resíduos, que pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 – Técnicas de redução de resíduos



Fonte: Simião (2011)

Ainda observando a Figura 4, cujas proposições estão alinhadas à PNRS, a estratégia adotada inicia por medidas que visam a redução na fonte

– mudança no produto e/ou na fonte –, sendo seguida pela reciclagem, tratamento e processos de recuperação energética e a disposição final quando não restar alternativas. Uma vez sendo exauridas todas as opções para evitar ou reduzir a geração de resíduos, algumas etapas devem ser realizadas antes do tratamento de resíduos, que foi evidenciado na Figura 4. Este processo tem início com os funcionários da empresa que irão ter o primeiro contato com o resíduo, seguindo dos processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, quando necessário o tratamento e a disposição final (SIMIÃO, 2011).

Os funcionários devem ser treinados para manusear os resíduos de forma a não prejudicar o processo de gerenciamento, bem como riscos à saúde para si próprio. Segundo Simião (2011), prejudicar o processo ao se segregar os resíduos de maneira inapropriada – ao colocar um resíduo de uma classe II A em um local destinado a resíduos de classe I, por exemplo – pode acarretar o aumento de geração de resíduos perigosos e, por consequência, um aumento de custo. Com respeito a saúde, segundo Rocca (1993), ao se colocar em contato com os resíduos, os funcionários podem não identificar o dano no momento do contato, já que a consequência pode ocorrer a longo prazo – como distúrbios irreversíveis no organismo ou até danos genéticos – ou de curto e médio – como intoxicação aguda ou queimaduras.

A CNTL (2003) recomenda que o treinamento básico para funcionários que irão manusear os resíduos contenha:

- Conjunto de informações que contemple os riscos inerentes ao trato de cada tipo de resíduos;
- Orientações referentes à realização da coleta, transporte e armazenamento dos resíduos;
- Quais Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) devem ser utilizados para cada resíduo, bem como a forma de utilização; e,
- Procedimentos de emergência em caso de contaminação com os resíduos, seja esta individual ou ambiental.











Uma vez alinhadas as ações para com os funcionários, o próximo passo é entender a etapa de segregação. Esta tem o objetivo de contribuir para o aumento da qualidade dos resíduos, de maneira que os rejeitos que serão recuperados ou reciclados não sejam misturados com resíduos perigosos ou que irão ser tratados ou disposto (ROCCA, 1993). O mesmo autor ainda destaca a importância em se conhecer os resíduos existentes na organização para evitar a mistura de resíduos incompatíveis. Ao se misturar dois ou mais tipos que sejam incompatíveis, estes podem causar reações indesejáveis ou incontroláveis ao meio ambiente, ao homem e à organização, sendo a

magnitude do impacto dependente das características dos resíduos, do tipo de interação, das quantidades e do local de estocagem.

Os tipos de reação, ainda segundo Rocca (1993), podem promover: geração de calor – como no contato de Bases Cáusticas com Ácidos Mineraiis Oxidantes; combustão ou explosão – como no contato de Orgânicos Halogenados com Água ou Soluções Aquosas –; geração de gases inflamáveis – como no contato de Fenóis e Cresóis com Agentes Redutores Fortes –; geração de fumos ou gases tóxicos – como no contato de Agentes Redutores Forte com Ácidos Mineraiis Oxidantes; solubilização de substâncias ou polimerização violenta – como no contato de Metais com Orgânicos Halogenados –; e, volatilização de substâncias nocivas ou perigosas.

Assim, para que não ocorra perda de oportunidades ao se misturar os resíduos e evitar consequências indesejáveis devido a mistura, a Resolução CONAMA nº 275/2001 apresenta um código de cores que facilita o processo de segregação que deve ser adotado nos recipientes que recebem resíduos. O código de cores proposto pela resolução pode ser verificada no Quadro 6.

Quadro 6 - Código de cores segundo resolução CONAMA nº 275/2001

Cor	Legenda	Resíduos
	Azul	Papel/Papelão
	Vermelho	Plástico
	Verde	Vidro
	Amarelo	Metal
	Preto	Madeira
	Laranja	Resíduos Perigosos
	Branco	Resíduos ambulatoriais e de serviço de saúde
	Roxo	Resíduos radioativos
	Marrom	Resíduos orgânicos
	Cinza	Resíduos não recicláveis ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Fonte: CONAMA nº 275/2001, adaptado pelo Autor, 2016.

Os procedimentos em relação à segregação sendo alinhados, a pergunta que permanece é: onde serão colocados os resíduos? Os resíduos são acondicionados, segundo Simião (2011), em recipientes de pequena capacidade, localizados próximos aos pontos de geração, e de grande porte na área de armazenamento que será abordada, posteriormente. Complementando, Monteiro (2001) afirma que as formas mais usadas de acondicionamento são: tambores de 200 litros, bombonas plásticas de 200 ou 300 litros, *big-bags*, contêineres plásticos e caixas de papelão. Rocca (1993) recomenda que os recipientes de acondicionamento sejam: construídos com material compatível com os resíduos; resistentes de modo que evitem vazamentos; possuam resistência física a pequenos acidentes durante o manuseio; tenham tempo de vida elevado; e, sejam compatíveis com os equipamentos que realizam o transporte.

Retomando o tema sobre área de armazenamento, a definição de armazenamento adotada nesta dissertação será a adotada pela NBR 12.235/92 que estabelece:

Contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança (ABNT NBR 12.235, 1992, p.14).

A área de armazenamento deve atender as condições estabelecidas nas seguintes normas: NBR 12.235/1992 que aborda o Armazenamento de resíduos perigosos; NBR 11.174/1990 que fala sobre Armazenamento de resíduos não inertes e inertes; e, NB 98 que aborda o Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis. Destacando ainda, a necessidade de atender a Portaria Minter n. 124/80 que estabelece a obrigatoriedade de construções ou estruturas que armazenam substâncias capazes de causar poluição hídrica, devem localizar-se a uma distância mínima de 200 metros de cursos d'água.

A CNTL (2003) estabelece que o local onde os resíduos são depositados temporariamente deve atender aos seguintes itens:

- Ser projetado de modo que proporcione o menor risco de contaminação ambiental;
- Ter fácil acesso aos equipamentos utilizados para transporte;
- Ser devidamente sinalizado e ter acesso limitado;
- Quando comportar resíduos diferentes, dispor de áreas separadas e devidamente identificadas com o nome dos resíduos;

- Piso impermeabilizante e bacia de contenção com drenagem para a Estação de Tratamento de Efluente – ETE;
- Não armazenar resíduos de diferente classificação;
- Possuir cobertura para determinados tipos de resíduos;
- Ser ligeiramente afastado das áreas administrativas; e,
- EPI's compatíveis com a natureza do resíduo e as suas possíveis emergências.

Tendo em vista a natureza dos resíduos, por mais que técnicas adequadas sejam implantadas, o risco de acidentes sempre é uma realidade. Rocca (1993) destaca que os acidentes mais frequentes, em áreas de armazenamento, são incêndios, derramamentos e vazamentos.

Para garantir que a organização esteja preparada para possíveis acidentes, a NBR 12.235/92 estabelece a obrigatoriedade de desenvolver um Plano de Emergência. Este plano deve contemplar todos os possíveis incidentes para o local em conjunto com as ações a serem tomadas caso eles ocorram, ter um responsável e um substituto para coordenar a situação de emergência, bem como ficha no local contendo seus respectivos contatos – telefone e endereço – e a relação de equipamentos de segurança existentes no local. Destacando ainda a obrigatoriedade de todas as informações estarem atualizadas e em local de fácil acesso no próprio local de armazenagem.

Após a segregação correta e a armazenagem, a próxima etapa é o transporte destes resíduos. O transporte nas empresas ocorre de duas formas: interna – do ponto de geração até o local de armazenagem – e externa – do local de armazenagem até o local de tratamento ou disposição final. Simião (2011) destaca que os transportes devem ocorrer em rotas pré-estabelecidas por meio de equipamentos adequados, respeitando os limites de peso e volume por funcionários devidamente treinados.

Os requisitos sobre o transporte terrestre de resíduos podem ser verificados na NBR 13.221/2010, que estabelece:

- Que deve ser realizado por equipamento adequado ao resíduo e que obedeça às leis e normas pertinentes;
- Que os equipamentos de transporte que não permitam o vazamento ou derramamento de resíduos durante o transporte;
- Que os resíduos sejam protegidos de intempéries, assim como devidamente acondicionado de modo que não permita o seu espalhamento na via de transporte;
- O não transportar de resíduos junto a alimentos, medicamentos ou qualquer produto destinado a consumo humano ou animal, bem como embalagens destinadas a estes fins;

- O atendimento à legislação ambiental específica e possuir a documentação necessária para o controle ambiental pelo órgão competente; e,
- A descontaminação dos equipamentos utilizados no transporte, sendo esta ação de obrigação do gerador, que deve realizar o procedimento em local devidamente autorizado pelo órgão de controle ambiental competente.

A etapa seguinte ao transporte é o processo de tratamento dos resíduos. Para Philippi Jr (2005), o tratamento é o processo que visa modificar as características dos resíduos em relação a quantidade, patogenicidade e toxicidade, com o objetivo de evitar ou diminuir o impacto sobre a saúde pública e o ambiente. Analogamente, Simião (2011) afirma que tratamento é uma forma de transformar os resíduos para que seja reutilizado ou disposto em um local ambientalmente seguro.

Considerando as características variadas que os resíduos podem possuir, é natural que existam numerosos processos de tratamento. Tocchetto (2007) afirma que este tratamento ocorre por meio de reações físicas, químicas, biológicas e/ou térmicas.

Philippi Jr (2005) apresenta em seu trabalho alguns exemplos de processos que originam resíduos e a compatibilidade deste último com alguns processos de tratamento. Estes exemplos podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7 - Tratamentos possíveis para alguns resíduos

Resíduo	Processo de origem	Exemplos de processos de tratamento					
		Reciclagem interna	Reciclagem externa	Incineração	Co-processamento	Encapsulamento	Landfarming e biopilhas
Plástico	Injeção, extrusão e sopro	X	X				
Sucata metálica em geral	Prensagem, usinagem		X				
Embalagem de produtos químicos	Abastecimento de matérias-primas, laboratórios		X				
Resíduos de tintas	Pintura industrial		X	X	X		
Lâmpadas fluorescentes	Iluminação		X				
Resíduos de reatores químicos	Produção Química			X	X		
Solventes clorados sujos	Lavanderia industrial, desengraxamento de peças		X	X			
Lodos galvânicos						X	
Resíduos petroquímicos Oleosos							X

Fonte: Philippi Jr (2005).

A reciclagem, segundo Jardim (1995), é o processo onde identifica-se resíduos que serão utilizados como matéria prima para a manufatura de outros produtos, os quais utilizariam matérias prima virgem, onde este processo pode ocorrer interna ou externamente a organização. O mesmo autor ainda destaca algumas vantagens ao realizar a reciclagem:

- Menor quantidade de resíduos dispostos em aterros;
- Conservação dos recursos naturais
- Menor consumo de energia elétrica
- Conservação de ar e águas; e,
- Geração de empregos na atividade de reciclagem.

Uma alternativa para diminuir o volume dos resíduos, após a retirada dos componentes que podem ser reciclados, é por meio da incineração. A resolução CONAMA nº 316/2002, que regula os processos de tratamento térmico de resíduos, define incineração como o método de tratamento térmico que emprega temperatura acima de 800°C.

Tocchetto (2007) diz que a incineração tem como objetivo destruir os resíduos de maneira a torná-los inertes – neste caso, em cinzas –, diminuindo significativamente seu volume e gerando energia, uma vez que os resíduos são utilizados como combustível. Este uso como combustível, apesar dos benefícios, traz algumas preocupações. Esta preocupação, segundo Simião (2011), é devida à necessidade de controlar os gases emitidos pela combustão, bem como o destino das cinzas e do material particulado retido nos sistemas de proteção ambiental.

Este sistema de proteção ambiental tem como objetivo a remoção dos produtos gerados pela combustão incompleta, bem como as emissões de particulados de SOx e NOx. Ainda sobre o sistema, a resolução CONAMA nº 316/2002 estabelece:

Art. 37. O monitoramento e o controle dos efluentes gasosos deve incluir, no mínimo:

I - equipamentos que reduzam a emissão de poluentes, de modo a garantir o atendimento aos Limites de Emissão fixados nesta Resolução;

II - disponibilidade de acesso ao ponto de descarga, que permita a verificação periódica dos limites de emissão fixados nesta Resolução;

III - sistema de monitoramento contínuo com registro para teores de oxigênio (O₂) e de monóxido de carbono (CO), no mínimo, além de outros parâmetros definidos pelo órgão ambiental competente;

IV - análise bianual das emissões dos poluentes orgânicos persistentes e de funcionamento dos sistemas de

intertravamento. (Resolução CONAMA nº 316, 2002, p.13).

Destacando ainda a necessidade de realizar a correta destinação das cinzas, que, segundo Maroun (2006), devem ter sua composição analisada antes de determinar o melhor método de disposição, que normalmente são aterros industriais.

Outra opção que considera o resíduo como um combustível é o co-processamento, que utiliza a energia gerada pela queima destes rejeitos em fornos de clínquer ou de cal de forma segura, sob a perspectiva operacional e ambiental. Este processo, segundo Philippi Jr (2005), é indicado para qualquer resíduo que tenha alto poder calorífico e não tenha em sua composição cloro ou flúor, já que estes atacam as paredes dos fornos de cimento, nem teores elevados de metais pesados.

A produção de cimento ocorre a temperaturas que ultrapassam os 1400°C, nas quais os gases internos do forno de clínquer pode chegar até os 2000°C (SIMIÃO, 2011). Para chegar a esta temperatura, os fornos necessitam de grande quantidade de combustível, usualmente carvão ou óleo combustível, que tem sua quantidade diminuída devido à utilização de resíduos. As cinzas resultantes da queima são totalmente incorporadas ao clínquer, não restando subprodutos a serem descartados em aterros (TOCCHETTO, 2007).

Uma opção de tratamento que simultaneamente já realiza a disposição final é o processo de Landfarming. Neste tratamento, os resíduos são colocados na superfície ou ainda na parte superficial do solo onde irão sofrer influência de microrganismos (SIMIÃO, 2011). Ainda segundo o autor, os resíduos são biodegradados, destoxificados e transformados pela atividade microbiana aeróbia, conseqüências estas que diminuem significativamente os riscos de contaminação ambiental.

A utilização do Landfarming é recomendada sempre que os microrganismos, ao contato com os resíduos, gerem substâncias inócuas para o ambiente ou ainda subprodutos estáveis que não representem perigo. Tocchetto (2007) aponta que os seguintes resíduos podem ser tratados: borras oleosas; conservante de madeira; derivados de petróleo, com o óleo diesel e óleos combustíveis tipo 2 e 4; alguns pesticidas; creosoto; e, resíduos de coque.

Tocchetto (2007) apresentou em seu trabalho uma síntese das vantagens e desvantagens do processo de tratamento Landfarming, que pode ser observado no Quadro 8.

Quadro 8 - Vantagens e desvantagens do processo Landfarming

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Projeto e implantação relativamente simples; - Tempo pequeno de tratamento (usualmente de 6 a 2 anos em condições ótimas); - Custo competitivo: \$30 60/tonelada de solo contaminado; - Eficiente para constituintes orgânicos com baixa biodegradabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de concentração maiores que 95% e concentrações menores que 0,1 ppm são muito difíceis de serem alcançadas; - Pouco eficiente para constituintes pesados (maior que 50 ppm); - Presença de metais pesados pode inibir o crescimento microbiano (acima de 2,5 ppm); - Presença de compostos voláteis que tendem a evaporar antes do processo de biodegradação; - Requer grandes extensões de terra para o tratamento; - Geração de poeiras e vapores durante a aeração da célula; - Requer rede para coleta de lixiviados e tratamento.

Fonte: Tocchetto (2007).

A última etapa do gerenciamento de resíduos sólidos corresponde à destinação final. Lima (2001) salienta a existência de inúmeras formas de destinação para os resíduos, contudo, muitas delas não apresentam um destino ambientalmente correto.

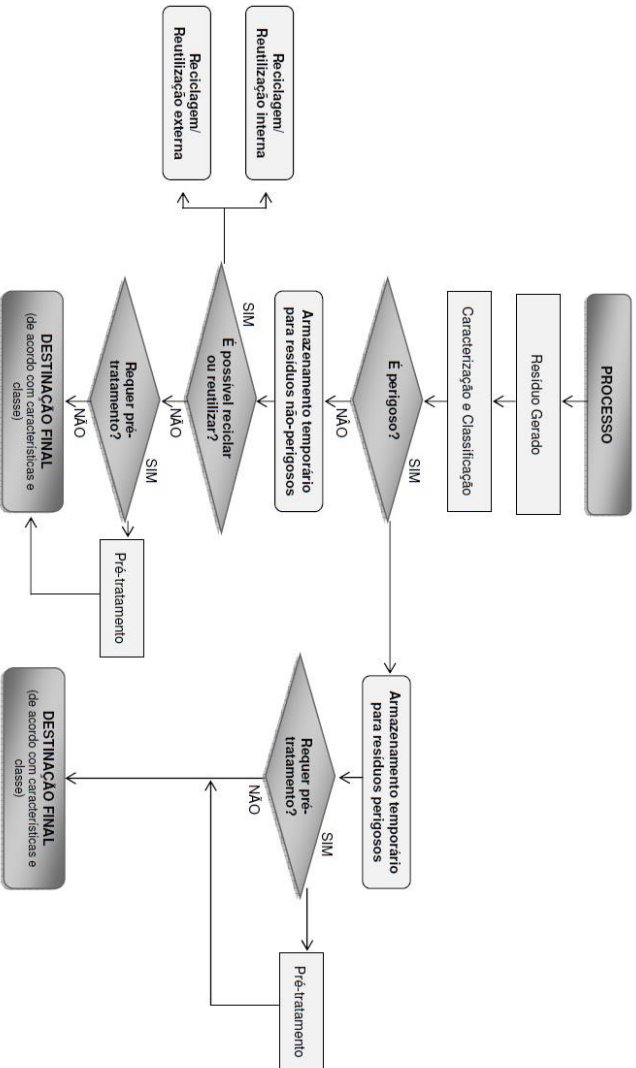
Os autores Nascimento et al. (2006) apontam que os aterros industriais e sanitários são o destino preferencial de resíduos que não podem ser reutilizados. Procura-se confiná-los na menor área e reduzi-los ao menor volume possíveis.

Rocca (1993) considera aterros sanitários quando são projetados e implantados com a finalidade de receber resíduos sólidos urbanos; já aterros industriais são destinados para a disposição de resíduos sólidos industriais. Os aterros industriais necessitam de projetos mais robustos que os sanitários, tendo em vista o tipo de material que recebem, com destaque aos resíduos perigosos que podem colocar em risco o solo e águas subterrâneas (SIMIÃO, 2011).

Os aterros industriais, como vantagens, apresentam grande versatilidade para receber diferentes tipos de resíduos e possuem menor custo que outras opções de tratamento e disposição final (MAROUN, 2006). Entre as desvantagens, segundo o mesmo autor, destaca-se a necessidade de utilizar uma grande área física e o monitoramento permanente a fim de prevenir possíveis contaminações.

Uma visão geral do gerenciamento de resíduos sólidos pode ser observada no fluxograma desenvolvido por Maroun, (2006), apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma de Gerenciamento de resíduos sólidos.



Fonte: Maroun (2006)

3 FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

A etapa de fundamentos metodológicos explicita os caminhos escolhidos pelo pesquisador para descrever a sua compreensão sobre um fenômeno pesquisado e, por consequência, seu entendimento sobre o mesmo. É importante destacar os fundamentos filosóficos, os métodos de raciocínio, a caracterização da pesquisa, bem como as técnicas de coleta de dados e a forma como esses foram analisados e interpretados para elaborar a presente dissertação de mestrado.

3.1 BASE FILOSÓFICA

A base filosófica evidencia a estratégia utilizada, pressupostos ontológicos, pela pesquisa e, segundo Richardson et al., (1999), o ponto de vista de interesse do pesquisador e a forma como o mesmo observa o mundo. Uma vez sendo definido este pressuposto, é possível orientar adequadamente o método, metodologia e técnicas que serão utilizados na pesquisa.

O presente trabalho visa entender as relações existentes na gestão de resíduos sólidos para promover um aumento de conhecimento no profissional que é responsável por esta atividade. A base filosófica que auxiliou o atendimento desse objetivo foi o estruturalismo. Richardson et al. (1999) afirmam em seu trabalho que o estruturalismo estuda as relações entre os elementos. Complementando esta ideia Pacheco Júnior, Pereira Filho e Pereira (2000) destacam que, ao explicar estas relações, faz-se uma representação limitada da realidade, ou seja, um modelo.

O modelo pode ser definido como qualquer abstração de uma situação que está sendo estudada (RICHARDSON et al., 1999). Ao longo do trabalho, este modelo será obtido por meio da análise das inter-relações e da forma como os elementos se dispõem dentro da estrutura. Portanto, o presente trabalho caracteriza-se como estruturalista, pois pretende ampliar a visão sobre as relações existentes na gestão de resíduos sólidos em uma indústria metalúrgica. Este estruturalismo sendo o estruturalismo dinâmico, genético ou construtivista, já que a percepção, pensamentos e julgamento do individual – o decisor – influencia a construção do modelo (THIRY-CHERQUES et al., 2006 apud BOURDIEU, 1996).

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Destacar o método de pesquisa permite conhecer o processo de raciocínio que gerará o conhecimento do fenômeno em estudo. Na visão do pesquisador, o trabalho enquadra-se como dedutivo na construção do

modelo. Esta escolha ocorre, pois, utiliza informações existentes e aceitas sobre o tema gestão de resíduos industriais presentes na literatura e nos profissionais que atuam com a sua operacionalização com o intuito de promover uma fixação destes preceitos de modo a ser aceito pela comunidade científica e, posteriormente, utilizado em casos específicos buscando sua evolução.

Richardson et al.(1999) destacam que o método dedutivo é um processo de raciocínio em que se parte de um conhecimento geral (leis e teorias) para o particular com o objetivo de explicar o conteúdo das premissas da pesquisa. Este método estando em harmonia com a base filosófica destacada, anteriormente.

Assim, o presente trabalho é considerado dedutivo, pois utiliza os conhecimentos disseminados em livros, artigos e profissionais para construir um modelo que pretende atender a uma indústria metalúrgica, ou seja, do conhecimento geral para o caso particular.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Neste item será ilustrada a natureza da pesquisa, onde destaca-se a sua amplitude e profundidade.

3.3.1 Natureza da pesquisa

A natureza da pesquisa destaca o caráter qualitativo ou quantitativo da pesquisa, medindo-se alguma característica do objeto de estudo (PACHECO et al., 2000). O trabalho classifica-se como qualitativo, onde optou-se por compreender e extrapolar os pressupostos identificados em situações semelhantes que envolvam o contexto da gestão de resíduos industriais, a determinação quantitativa de casualidade e generalização de resultados (GOLAFSHANI, 2003). A abordagem qualitativa fica evidenciada na seleção dos artigos que compuseram o Portfólio Bibliográfico e na estruturação, identificação dos critérios e construção das escalas ordinais na construção do modelo.

3.3.2 Tipo de pesquisa

A tipificação da pesquisa é feita segundo a forma de abordagem adotada sobre o objeto de estudo. A construção do modelo de avaliação de desempenho da gestão de resíduos industriais deu-se por meio de uma pesquisa exploratória e descritiva. Exploratória, pois gerou a reflexão do assunto junto ao pesquisador e, principalmente, no decisor, pois o modelo

tem como foco o apoio a decisão, gerando assim, um aumento de conhecimento sobre o tema em questão (GIL, 1999). Descritiva, pois tem como objetivo na seleção do Portfólio Bibliográfico identificar características das publicações e referências em um conjunto de banco de dados em um período determinado.

3.3.3 Amplitude e Profundidade da pesquisa

Mattar (1999) e Pacheco et al. (2000) destacam que trabalhos que visam uma maior profundidade sobre um tema usualmente o fazem com pouca amplitude, ou seja, com poucos casos a serem avaliados. Esta característica ocorre devido ao fato de, quando se privilegia o aprofundamento, dando maior clareza sobre as relações entre os elementos de um determinado contexto, há uma baixa probabilidade de generalizar os resultados obtidos em outros contextos. O trabalho, dando maior foco à amplitude, ocorre a possibilidade de negligenciar o aprofundamento do conteúdo.

O autor, ao escolher focar o contexto da gestão de resíduos industriais em uma empresa metalúrgica, teve como intuito analisar cuidadosamente os dados obtidos a partir de entrevista com o decisor. Tendo este objetivo mais restrito, foi possível explorar a situação em questão com mais riqueza de detalhes e precisão, promovendo novos conhecimentos sobre a gestão de resíduos industriais.

Portanto, o presente trabalho apresenta baixa amplitude, pois limita-se à visão de um decisor, e alta profundidade do modelo, pela característica do instrumento escolhido para a condução do trabalho.

3.4 TÉCNICAS DE PESQUISA

Com a finalidade de promover entendimento sobre os fenômenos estudados, Marconi e Lakatos (2010) definem as técnicas de pesquisa como o uso de um grupo de processos e preceitos por uma ciência ou arte. Uma pesquisa pode ser conduzida utilizando um grande conjunto de técnicas, onde estas fazem uso de dados. Segundo estas autoras, toda pesquisa necessita realizar o levantamento de dados que podem vir de várias fontes, promovendo um conhecimento sobre o contexto do campo estudado, bem como evitar esforço desnecessário devido à duplicidade do trabalho.

Os dados podem ser obtidos por meio de documentação direta e/ou indireta. Os indiretos podem ser divididos em dois grupos: pesquisa documental ou de fontes primárias; e, pesquisa bibliográfica ou de fontes secundárias.

As pesquisas documentais, como o próprio nome pressupõe, limita-se à coleta de dados de documentos, enquanto a pesquisa bibliográfica visa buscar seus dados dentro das bibliografias que sejam relacionadas com o tema do trabalho. Estas bibliografias não se limitam somente ao conteúdo escrito, como, por exemplo, jornais, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, artigos, entre outros, mas estendem-se à comunicação por som e/ou imagem, como, por exemplo, rádio, televisão, gravações de áudio e vídeo em várias mídias, entre outras.

A documentação direta, por sua vez, é realizada coletando dados diretamente onde o fenômeno a ser observado ocorre. Esta coleta pode ocorrer de por meio de pesquisas de laboratório ou de campo. A primeira visa analisar e descrever situações que ocorrem em um ambiente controlado e adequado, por meio de instrumentos específicos e precisos. Já a pesquisa de campo inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, com a finalidade de determinar as variáveis que serão avaliadas, instrumentos de coleta de dados e orientar o modelo teórico de referência para o estudo. Sendo realizada a definição dos fatores listados, inicia-se a observação dos fatos para gerar conhecimentos e/ou informações sobre o assunto estudado. O objetivo destas ações é verificar a hipótese ou ainda evidenciar outros fenômenos ou relações existentes (MARCONI; LAKATOS, 2010).

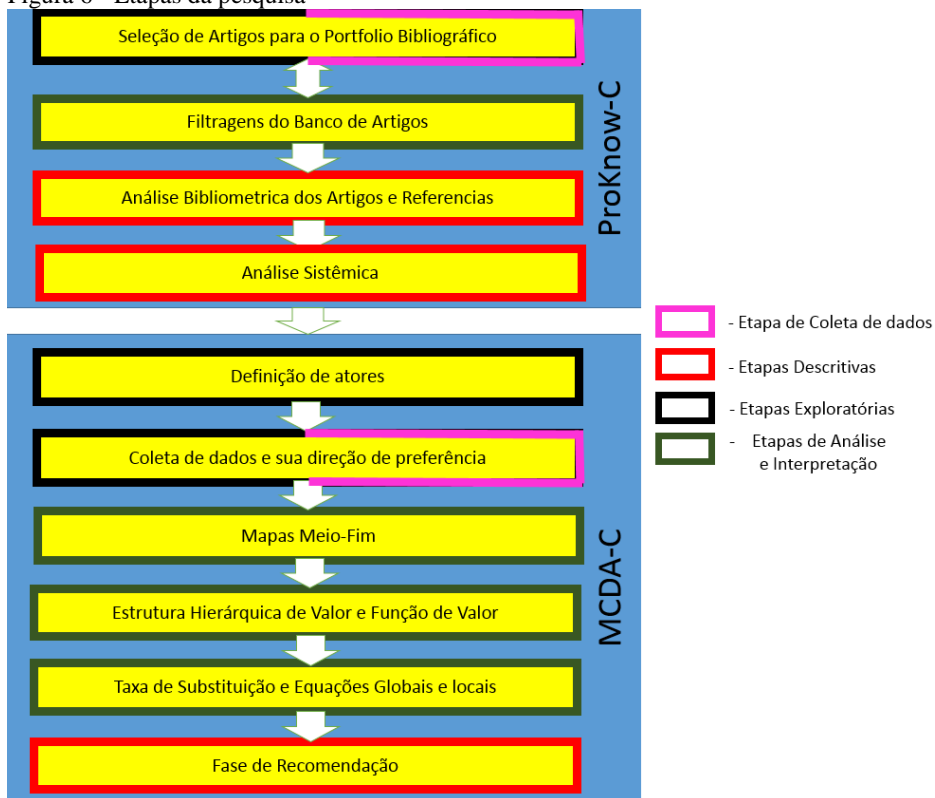
Usando as definições supracitadas, esta pesquisa é do tipo bibliográfica, pois foi construída por avaliação de publicações científicas disponíveis nos bancos de dados presentes do site de periódicos da CAPES.

3.5 ETAPAS DA PESQUISA

O presente trabalho desenvolveu-se por meio de duas metodologias, o *ProKnow-C* e o MCDA-C. O primeiro ocorreu de modo a despertar no pesquisador o entendimento sobre o tema adotado por esta dissertação, identificando como o assunto é abordado pela comunidade científica – evidenciação das palavras chaves, autores mais relevantes na área e análise das informações contidas nos artigos de destaque. Este entendimento foi utilizado como base para, posteriormente, possibilitar a atuação do pesquisador como facilitador na construção do modelo de avaliação de desempenho. Estando o pesquisador familiarizado com o tema, é chegado o momento de utilizar a metodologia MCDA-C, que guiará a construção de um modelo desenvolvido para auxiliar a tomada de decisão do gestor de uma empresa metalúrgica.

A Figura 6 apresenta tanto as etapas trilhadas neste trabalho, quanto as duas metodologias.

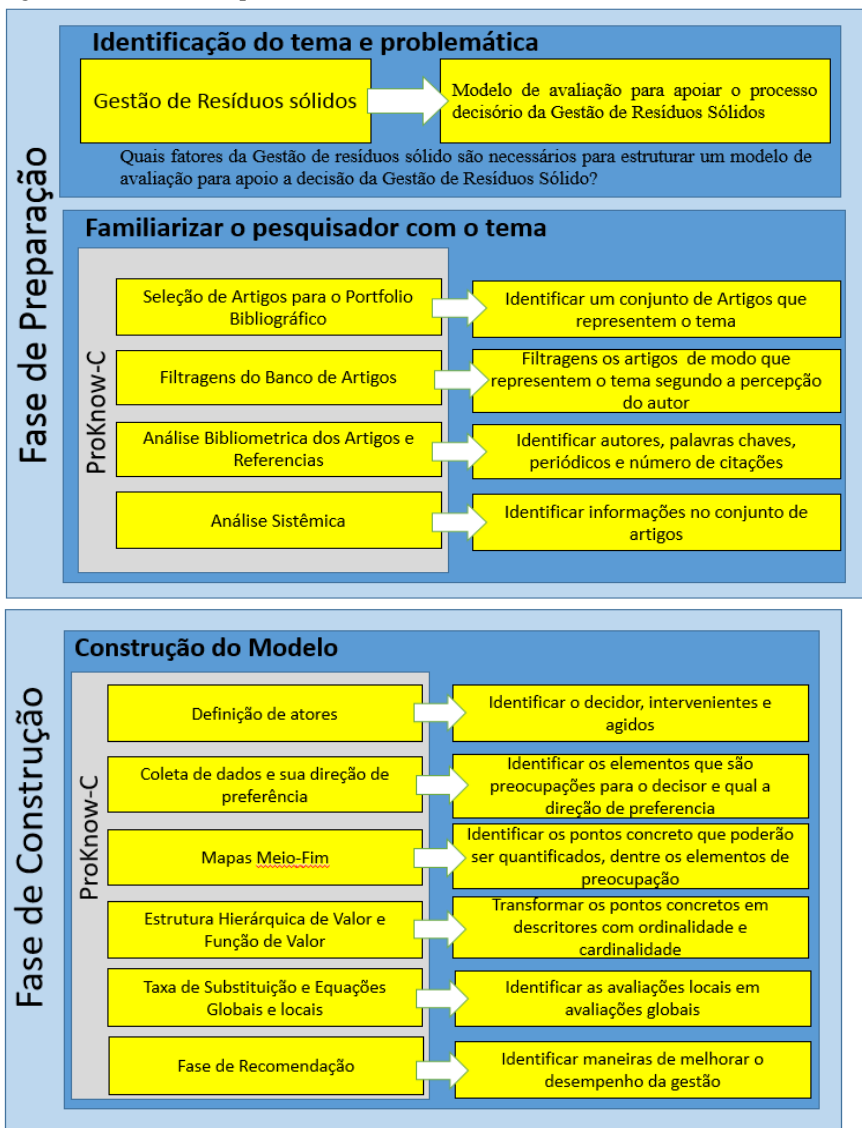
Figura 6 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autor, 2016

A Figura 7 apresenta um roteiro adaptado com o caráter de resumo dos pontos primordiais utilizados nesta dissertação, para as duas metodologias utilizadas.

Figura 7 - Fases da Pesquisa



Fonte: Autor, 2016

3.5.1 Etapa exploratória

A etapa exploratória se deu de três maneiras: através da seleção de um Portfólio Bibliográfico por meio do método *ProKnow-C*, onde foram identificados em um grupo de banco de dados os artigos mais alinhados; pela percepção do pesquisador, destacando os artigos, periódicos, autores e palavras-chave mais destacados dentro do Portfólio Bibliográfico para o tema em estudo; e pela construção do modelo de avaliação de desempenho da gestão de resíduos industriais, com a utilização da Metodologia MCDA. Dentro da construção, a etapa exploratória ocorreu ao se identificar os atores envolvidos no contexto decisório e a coleta de informações por eles considerada relevante juntamente com a direção de preferência destes dados. Pretendeu-se, desta forma, oferecer aos gestores que trabalham com o tema, um procedimento sistematizado para identificar e mensurar e/ou avaliar os aspectos que o decisor julgar necessário para promover a gestão dos resíduos industriais.

3.5.2 Etapa de coleta de dados

A coleta de dados de uma pesquisa pode ser realizada de muitas maneiras. Pacheco et al. (2000) e Richardson et al. (1999) afirmam que quatro técnicas se destacam, sendo elas: Documental, referente ao levantamento bibliográfico e/ou registros técnicos; Análise de conteúdo, na qual ocorre a verificação dos dados de maneira objetiva e sistemática; Instrumental, na qual ocorre o uso de check-list, questionários, entre outros, no próprio objeto de investigação; e, Observação, na qual o pesquisador é a principal fonte de dados por meio de um olhar atento que pode ocorrer se forma sistemática ou assistemática.

O presente trabalho fez uso das quatro técnicas supracitadas em diferentes momentos do trabalho. Documental, na etapa de seleção do Portfólio Bibliográfico e construção do referencial teórico. Análise do conteúdo, para o tratamento dos dados tanto do Portfólio Bibliográfico quanto em vários momentos da construção do modelo de apoio a decisão. Instrumental, durante a bibliometria e observação direta ao buscar informações junto ao decisor.

Em relação à fonte de coleta de dados, foram utilizados dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos pelas preferências e decisões tomadas pelo decisor e pesquisador durante as etapas de construção do modelo e construção do Portfólio Bibliográfico, respectivamente. Os secundários, de conjuntos de artigos presentes na literatura e documentos internos de empresas (RICHARDSON, 1999).

3.5.3 Etapa de análise e interpretação dos dados

Esta etapa do trabalho visa dar uma tratativa aos dados coletados com o objetivo de conduzir análises técnicas que poderão contribuir com o atendimento do objetivo de pesquisa (PACHECO et al., 2000). O primeiro passo é realizar a organização das informações com o intuito de facilitar a análise. Este agrupamento, segundo Pacheco et al., (2000), deve levar em consideração a categorização dos dados – agrupamento de objetos semelhantes em um mesmo grupo –, codificação – geração de legendas para facilitar a manipulação – e tabulação – que irá facilitar a apresentação e análise.

A análise e interpretação de dados foi amplamente utilizada nas duas metodologias presentes no trabalho. Dentro da metodologia *ProKnow-C*, os artigos foram agrupados e analisados para a eliminação de duplicidade e dentre os restantes, identificado quanto ao seu reconhecimento científico, bem como posterior análise de título, resumo e texto integral, de modo a gerar um conjunto relevante de artigos.

Para o MCDA-C, a análise ocorreu em três momentos: na etapa de construção do mapa meio-fim; definição da estrutura hierárquica de valor e função de valor; e, taxa de substituição e equações globais e locais. No mapa meio fim, os elementos são identificados e partindo deles, traçado um caminho de conceitos de maneira a identificar os elementos que têm condições de serem transformados em descritores, sendo feita uma separação em vários mapas menores para facilitar a construção. Ao realizar a construção da estrutura hierárquica de valor, os elementos anteriormente identificados são avaliados em conjunto com o decisor, para definir sua direção de preferência de modo a descrever o contexto de forma ordinal. Na etapa restante, realiza a unificação das preferências locais de cada critério em uma avaliação global que possibilita orientar as práticas dentro da gestão de resíduos.

O detalhamento dos métodos e apresentação das análises serão observados na próxima seção.

4 BIBLIOMETRIA, ANÁLISE SISTÊMICA E PROCEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO

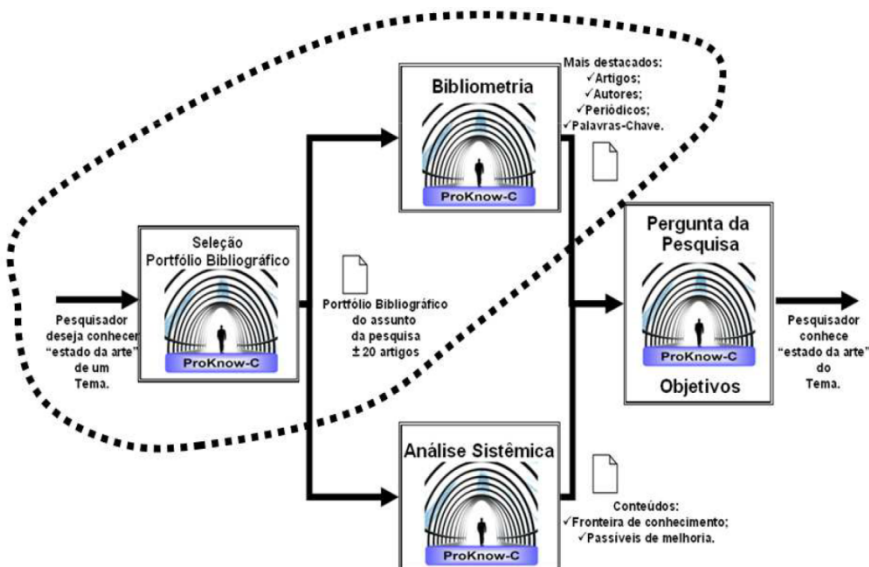
Este capítulo tem o objetivo de apresentar (i) o processo para selecionar artigos para o Portfólio Bibliográfico, sua bibliometria e análise de conteúdo por meio da análise sistêmica; e, (ii) procedimentos para a construção do modelo de avaliação.

4.1 PROCESSO DE SELEÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem como objetivo descrever o processo de obtenção do referencial teórico que será utilizado na pesquisa. A forma como uma pesquisa é direcionada por um pesquisador depende das delimitações estabelecidas por ele, as quais são influenciadas pelo contexto onde o mesmo está inserido, assim como a disponibilidade de acesso aos meios de divulgação de pesquisa (ENSSLIN et al., 2010). Os sistemas da CAPES, apresentam grande quantidade de informações que se encontram de maneira dispersa em vários bancos de dados, não sendo dotado de uma busca integral, o que torna o processo de busca de informações relevantes para um tema um trabalho demorado.

Assim, para identificar artigos publicados que sejam alinhados com o tema de pesquisa nas revistas científicas, foi utilizado como instrumento de intervenção o processo *ProKnow-C*, proposto por Ensslin et al. (2010) e desenvolvido no Laboratório de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (LabMCDA) da Universidade Federal de Santa Catarina. O *ProKnow-C* é composto por três sub-processos: seleção do Portfólio Bibliográfico, Bibliometria e Análise Sistêmica, que podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 - Macroetapas do processo *ProKnow-C*, com destaque para as etapas utilizadas na presente pesquisa



Fonte: ENSSLIN et al. (2010)

Visando atender aos objetivos desta pesquisa, foram aplicadas três etapas: (i) a seleção de um portfólio de artigos, (ii), a Análise Bibliométrica do portfólio e (iii) a Análise Sistemática, que serão apresentadas na próxima seção.

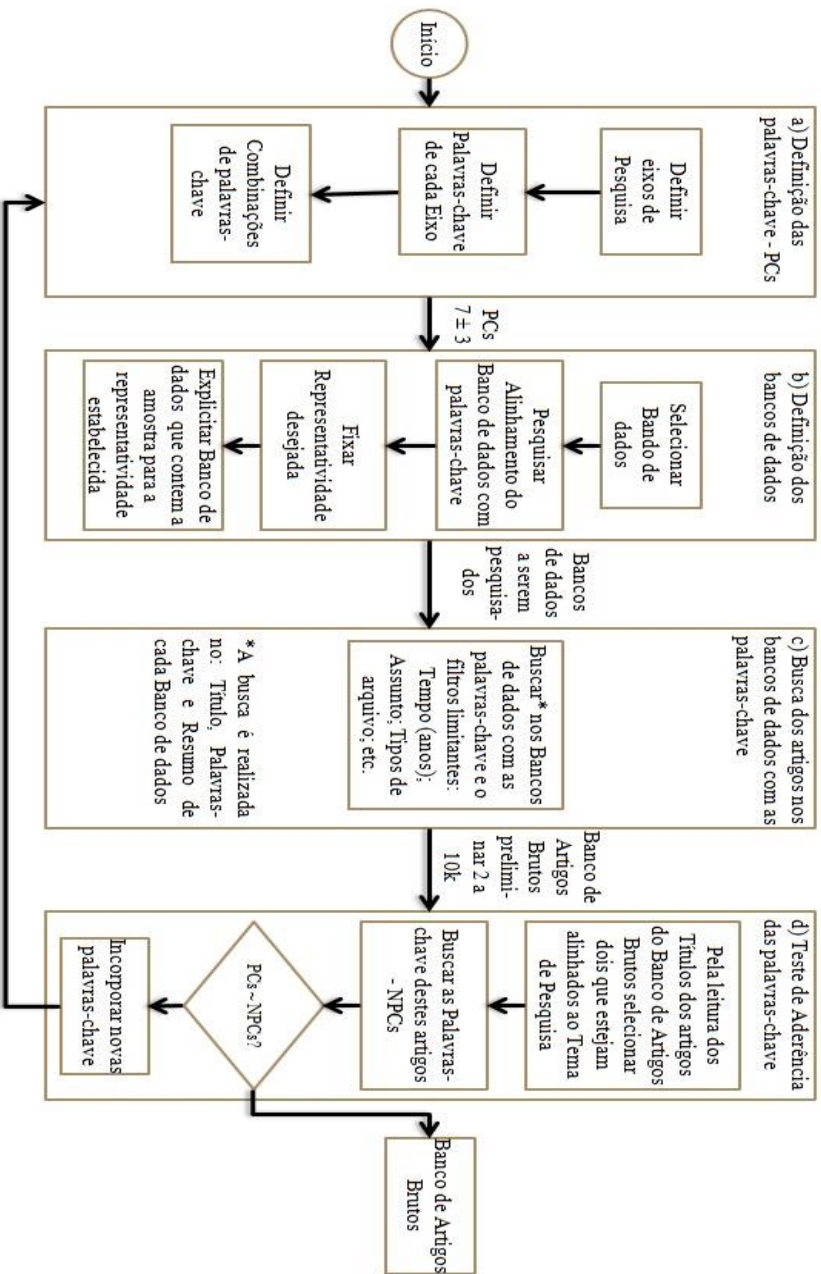
4.1.1 Processo para Selecionar Artigos para o Portfólio Bibliográfico

Segundo Ensslin et al. (2010), o processo de seleção de um Portfólio Bibliográfico tem como objetivo identificar os artigos que sejam mais significativos para um tema de pesquisa, sendo que o mesmo é construído segundo as delimitações dos pesquisadores. A primeira delimitação a ser realizada é definir qual o tema de pesquisa, sendo adotado: (i) Gestão de Resíduos; (ii) Ambiental e Econômico; e, (iii) Avaliação de Desempenho. Com os temas delimitados pode-se iniciar a busca.

Esta seção se subdivide em duas partes: (i) Seleção do Banco de Artigos Brutos; e, (ii) Filtragem do Banco de Artigos.

4.1.1.1 Seleção do Banco de Artigos Brutos

A Seleção do Banco de Artigos Brutos é composta por quatro fases: (i) definição das palavras-chave para cada eixo; (ii) escolha dos bancos de dados de artigos; (iii) busca de artigos nas bases por meio das palavras-chave; e, (iv) confirmar a escolha inicial das palavras-chave por meio de um teste de aderência (LACERDA et al., 2012; ENSSLIN et al., 2012). Estas fases, que serão detalhadas a seguir, podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9 - Seleção de Banco de Artigos Brutos do processo *ProKnow-C*

Fonte: Adaptado de ENSSLIN et al. (2010)

a) Definição das palavras-chave

Nessa etapa busca-se definir as palavras-chave que estão alinhadas com o tema da pesquisa, sendo que estas devem ser na língua inglesa, tendo em vista que nos artigos científicos usualmente as palavras-chave são definidas nesta língua.

As palavras-chave foram definidas para cada um dos eixos da pesquisa: Eixo 1 - Gestão de Resíduos, somente a palavra-chave "*Solid Waste*"; para o Eixo 2 - Ambiental e Econômico, contendo quatro palavras-chave: "*Environmental management*", "*Economic performance*", "*Environmental Sustainability*" e "*Accounting*"; e, enquanto para o Eixo 3 - Avaliação de Desempenho, foram utilizadas quatro palavras-chave: "*Measurement*", "*Evaluation*", "*Assessment*" e "*Management*".

A combinação das palavras-chave foi realizada pela junção das palavras-chave do Eixo 1 com as do Eixo 2 e do Eixo 1 com as do Eixo 3, obtendo-se um total de oito combinações para serem utilizadas para a busca de artigos científicos dentro dos bancos que foram definidos na próxima etapa.

b) Definição dos bancos de dados

Nesta etapa foi realizada uma busca na base de dados do Portal de Periódicos da CAPES, sendo considerados todos os Bancos de Dados dentro da categoria Engenharias.

Dentro da categoria Engenharia foram consideradas aquelas bases que permitiam exportar as informações sobre a busca para um software de gerencialmente de referências e realizar a busca de várias palavras-chave ao mesmo tempo nos campos: títulos, resumos e palavras-chave. Para os bancos que se enquadravam nestas limitações, foi realizada a avaliação do alinhamento da descrição dos bancos de dados com o tema da pesquisa. Foram escolhidos seis bancos de dados, nos quais será realizada a busca do Banco de Artigos, sendo eles: "*Abstracts in New Technology & Engineering (ANTE)*", "*American Society of Civil Engineers (ASCE)*", "*Engineering Research Database*", "*Science Direct*", "*Scopus*" e "*Wiley Online Library*".

c) Busca dos artigos nos bancos de dados com as palavras-chave

Para realizar a busca dos artigos dentro dos bancos de dados, foram considerados artigos publicados em periódicos entre 2003 e 2013. A busca das 8 combinações de palavras-chave nos seis bancos de dados resultou em 12779 artigos. Este grupo passou a compor um portfólio inicial com o nome de Banco de Artigos Brutos.

d) Realização de teste de aderência das palavras-chave

Uma vez obtido o Banco de Artigos Brutos, realizou-se uma etapa de teste de verificação, com a finalidade de avaliar a escolha inicial das palavras-chave. A realização do teste de aderência consiste em selecionar dentro dos 12779 artigos, dois – conforme definido pelo *ProKnow-C* – que representassem o esperado pelo pesquisador em seu título e resumo.

Os artigos *Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints* e *Evaluation of cleaner production opportunities for solid waste reduction in paint manufacturing* foram avaliados quanto às suas palavras-chave, os quais possuíam 5 palavras-chave dentre as nove inicialmente avaliadas, algumas delas sendo encontradas de maneira composta ou parcial, como no caso das palavras "*Solid waste management*" e "*Economic instruments*". O teste de aderência apresentou mais da metade das palavras-chave previamente escolhidas. Esse resultado indica que a escolha inicial foi adequada, não sendo incorporada nenhuma outra palavra-chave e podendo dar continuidade à próxima etapa.

4.1.1.2 Filtragens do Banco de Artigos

A filtragem do Banco de Artigos Brutos, foi realizada com o software de gerenciamento bibliográfico denominado *Endnote X5*, devido à familiaridade do autor com o mesmo. Antes de iniciar a etapa de filtragem, foi importado o Banco de Artigos Brutos para o *Endnote*.

A etapa de filtragem é dividida em quatro partes: (i) Filtro do Banco de Artigos Bruto quanto a Redundância; (ii) Filtro do Banco de Artigos quanto ao Alinhamento do Título; (iii) Filtro do Banco de Artigos quanto ao Reconhecimento Científico; e, (iv) Filtro quanto ao Alinhamento do Artigo Integral.

I) Filtro do Banco de Artigos Brutos quanto a Redundância

O processo de filtragem ocorre por meio de uma ferramenta de verificação de duplicidade do software. Todavia, devido a diferenças de grafia, alguns artigos podem não ser detectados por esta ferramenta. Assim, por alinhamento dos títulos em ordem alfabética, em uma conferência manual, outros artigos foram encontrados e eliminados. Nessa etapa também ocorreu a retirada de artigos que não apresentavam resumo, pois estes seriam necessários na leitura de resumos. Nesta pesquisa foram encontrados e eliminados 6153 artigos pelos critérios supracitados, restando 6626 artigos que passaram para a próxima etapa.

II) Filtro do Banco de Artigos quanto ao Alinhamento do Título

Nessa etapa ocorre a leitura dos títulos do grupo de artigos já livre de redundâncias, com o objetivo de identificar trabalhos que possuem um título que seja alinhado com o tema de pesquisa. Os artigos que não mostraram alinhamento com o tema de pesquisa em seu título devem ser eliminados do banco de artigos. Um total de 6626 títulos foram verificados, destes apenas 395 atendiam os critérios de seleção e 6231 artigos foram excluídos do processo.

III) Filtro do Banco de Artigos quanto ao Reconhecimento Científico

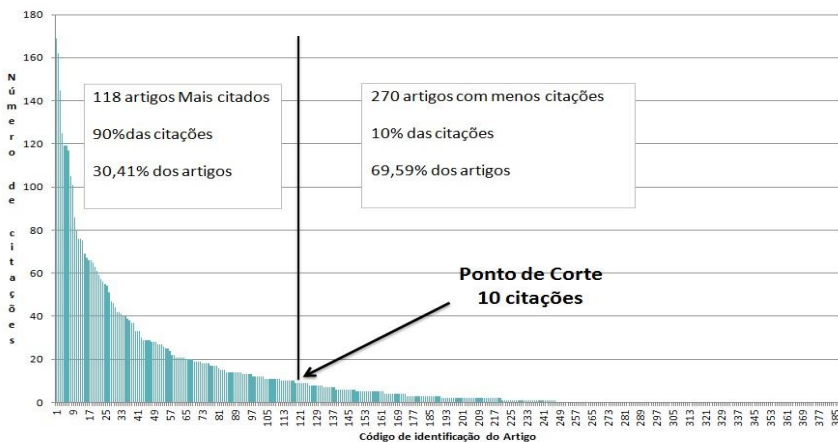
O impacto que um artigo tem dentro da comunidade científica é de difícil mensuração. Uma forma de quantificar a importância de um trabalho pode ser feita pelo número de vezes que o mesmo foi citado dentro de outros artigos. Assim, artigos que possuem grande número de citações tendem a ter um conteúdo de maior importância para o tema.

Assim, para realizar essa etapa, o Banco de Artigos Brutos contendo artigos não redundantes e com seus títulos alinhados ao tema de pesquisa são avaliados quanto ao seu reconhecimento científico. Esta pesquisa foi realizada no site de buscas Google Scholar¹, tendo em vista que o mesmo possui grande quantidade de informações disponibilizada em sua busca. Ao realizar a busca do nome do artigo nesse site, além do local onde o arquivo está armazenado, também é fornecida a informação de quantas vezes este trabalho foi referenciado dentro do próprio sistema de busca por outros trabalhos disponíveis para pesquisa dentro do banco de dados.

O Gráfico 1 ilustra a distribuição das citações dos artigos, representada na ordenada, versus o código do artigo na abscissa, onde o mais mencionado obteve 169 citações, enquanto 148 artigos ainda não foram citados em outros trabalhos do banco de dados do Google Scholar.

¹ Disponível em <http://www.scholar.google.com.br/> acessado em novembro de 2014

Gráfico 1 - Número de citações versus código de identificação dos artigos do Banco de Artigos Brutos



Fonte: Autor, 2015

Para dar continuidade à seleção de artigos, é realizada a divisão em dois grupos: os que possuem maior número de citações e podem ser observados na parte esquerda do Gráfico 1 e os que obtiveram pouco reconhecimento científico comprovado e estão localizados na parte direita do mesmo gráfico. Essa divisão é realizada de forma que o grupo de artigos de alto impacto selecionados possuam um total de 90% das citações de toda a amostragem ou, pelo menos, 10 citações recebidas. Conforme ilustrado no Gráfico 1, foram identificados 118 artigos neste grupo que obtiveram ao menos 10 citações, sendo chamados de artigos com reconhecimento científico e apresentando um total de 4260 menções em outros trabalhos. Os 277 demais trabalhos obtiveram um total de 472 citações e serão avaliados, posteriormente.

Os artigos com reconhecimento científico serão avaliados quanto ao alinhamento de seus resumos (*abstracts*) com o tema de pesquisa, sendo desprezados os demais. Os artigos cuja leitura dos resumos mostrou-se alinhada com o tema de pesquisa irão compor o banco de artigos sem redundância, com título e resumo alinhados e com reconhecimento científico.

Dentre os 118 artigos com maior citação, foram identificados 47 trabalhos com possível alinhamento ao tema de pesquisa por meio da leitura dos resumos, sendo descartado os demais. Os autores desses 47 artigos irão compor a relação de autores dos artigos com alinhamento com o tema de pesquisa em seu título e resumo, que serão utilizados para avaliar os artigos

com baixo reconhecimento científico. Os 47 artigos foram escritos por 127 autores que podem ser visualizados na Quadro 9.

Quadro 9 - Relação dos autores dos artigos seleccionados como alinhados com o tema da pesquisa por intermédio de seus títulos e resumos.

Autores seleccionados			
Abu Z A. S. F.	Cheuk, W.	Karbassi, A. R.	Ran, Shenghong
Fisher, John W.	Culaba, A.	Kaseva, Mengiseny E.	Ray, Amit
Ghani, A. N. A.	Davies, A.	Kassinis, Despo	Reich, M. C.
Kaffashi, S.	Demirbas, Ayhan	Kijak, Robert	Richardson, George P.
Manaf, L. A.	Dijkshoorn, J.	Lang, J. C.	Roayaei, E.
Sipan, Ibrahim Bin	Drackner, M.	Levri, Julie A.	Robba, M.
Abbaspour, M.	Emery, A.	Li, Z. S.	Rosa, Luiz Pinguelli
Abdullah, Huda	Eriksson, O.	Lo, K. V.	Sacile, R.
Abdullah, Shahabudin	Eshet, Tzipi	Magrini, Alessandra	Sapri, Maimunah
Abou-Elela, S. I;	Fehr, M.	Mahler, Claudio Fernando	Sarkis, J.
Abou-Taleb, E.	Finnveden, G.	Majeed, K.	Scharl, A.
Ahmed, Shafiul Azam	Fiorucci, P.	Martinho, Graca	Schnitzer, H.
Alazraki, Michael P.	Franchetti, Matthew	Mastellone, Maria Laura	Schoot Uiterkamp, Bob Jan
Ali, Mansoor	Fraser, B.	Mbuligwe, Stephen E.	Shaheen, Hafez Q.
Al-Khatib, Issam A	Fu, H. Z.	Minciardi, R.	Shamsudin, M. N.
Andersen, David F.	Fujiwara, Takeshi	Misra, Virendra	Shechter, Mordechai
Araujo, Marcelo Guimaraes	Geng, Yong	Mohamed, N.	Shekdar, Ashok V.
Arebey, Maher	Godfrey, L.	Mohee, Romeela	Shika, Suleiman Aliyu
Arena, Umberto	Griffiths, A.	Monou, Maria	Sorbom, A.
Ayalon, Ofira	Haight, Murray	Moy, David	Sui, Y. M.
Azadi, Hossein	Haleem, H. A.	Mudhoo, Ackmez	Tolmansquim, M. T.
Basri, Hassan	Hannan, M. A.	Nahman, A.	Ulli-Beer, Silvia
Batool, S. A.	Ho, Peter	Ngoc, U. N.	Unmar, Geeta Devi
Begum, R. A.	Ho, Y. S.	Nikoomaram, H.	Wang, Zhishi
Bilitewski, B.	Hogan, John A.	Oliveira, L.B.	Weichselbraun, A.
Bilitewski, Bernd	Hosseinzadeh L, F.	Pandey, S. D.	Weng, Yu-Chi
Bjorklund, A.	Ibrahim, H. S.	Pimenteira, C. A. P.	Williams, K.
Branion, R. M. R.	Isa, Mona	Pineda-Henson, R.	Winkler, J.
Brunner, Paul H.	Jibril, J. D. A.	Pires, Ana	Wu, JunJie

Carpio, L. G. T.	Jin, Jianjun	Pollach, I.	Yedla, S.
Chang, Ni-Bin	Johansson, Ola M.	Radam, A.	Zhu, Qinghua
Chaudhry, N.	Kansal, S.	Rahim, Nnrna	

Fonte: Autor, 2015

Uma vez sendo avaliados os artigos com reconhecimento, foram retomados os 270 artigos que não obtiveram número suficiente de citações com a finalidade de identificar a sua relevância para com o tema de pesquisa. Inicialmente foi realizada uma divisão em dois grupos: o primeiro sendo formado por artigos recentes, tendo sua publicação até 2011 – o *ProKnow-C* define artigos recentes como sendo publicado nos últimos dois anos, salientando que a análise apresentada neste trabalho foi realizada no início de 2014 -, pois entende-se que estes artigos ainda não tiveram tempo de mostrar sua relevância junto à comunidade científica, sendo este grupo composto de 60 artigos; e o segundo, são artigos que estão disponíveis há mais de 2 anos, este grupo sendo composto por 217 trabalhos.

Para o primeiro grupo, foi realizada a leitura do resumo e avaliado seu alinhamento com o tema de pesquisa. Já o segundo, tendo em vista que estão há muito tempo disponíveis e não obtiveram reconhecimento, será conferido se seus autores estão presentes no Quadro 9. Em caso afirmativo para ao menos um autor, terão seus resumos avaliados, pois entende-se que estes artigos podem ter grande importância para o tema de pesquisa, mas não foram citados pela comunidade científica.

Dentre os 217 artigos, somente 5 possuíam algum autor que estava presente no Quadro 9. Os cinco trabalhos foram incluídos aos 60 artigos com reconhecimento e estes 65 artigos foram avaliados quanto ao alinhamento de seus resumos para com o tema de pesquisa.

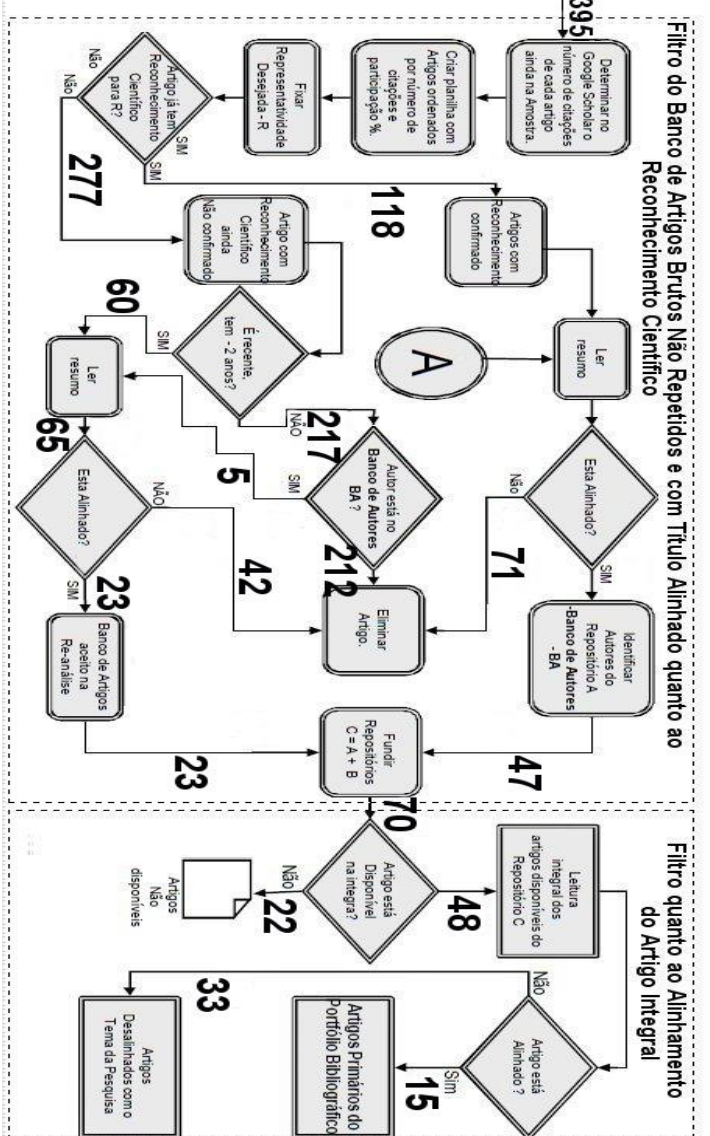
Após a leitura do resumo dos 65 artigos, foram identificados 23 artigos com possível alinhamento com o tema de pesquisa que, junto aos 47 identificados anteriormente, passaram para a próxima etapa, na qual será realizada a leitura integral dos trabalhos.

IV) Filtro quanto ao Alinhamento do Artigo Integral

O processo de leitura integral dos artigos anteriormente identificados começa com o retorno as bases de dados onde é feita a coleta dos artigos que são disponibilizados de forma gratuita. Dentre os 70 artigos, 22 não foram disponibilizados em sua forma integral gratuita, sendo esses descartados, restando 48 artigos. Os artigos restantes foram lidos integralmente e verificado o alinhamento de seus conteúdos com o tema de pesquisa, sendo reduzidos a 15 artigos com alinhamento completo com o tema da pesquisa.

As etapas de filtro do Banco de Artigos Brutos, que foram descritas ao longo do texto – II, III e IV- podem ser observadas na Figura 10.

Figura 10 - Parte do Fluxograma do processo *ProKnow-C*



Fonte: Autor, 2015.

4.1.1.3 Teste de representatividade do Portfólio Bibliográfico

A última etapa para definir o Portfólio Bibliográfico consiste em avaliar as referências dos 15 artigos identificados na leitura integral. Novamente utilizou-se o *Endnote*, que foi alimentado com os artigos que foram referências para a elaboração dos 15 trabalhos identificados na leitura integral. Uma vez realizada a alimentação do programa, foram eliminados os artigos que poderiam estar redundantes na amostragem e outros que se encontravam fora do período entre 2003 e 2013, sendo esta a delimitação escolhida pelo pesquisador. Realizado este crivo, restaram 132 artigos que serão avaliados quanto o seu reconhecimento científico com as mesmas considerações da etapa anterior.

Após a avaliação do reconhecimento científico e seu alinhamento com o tema de pesquisa – leitura do resumo e demais etapas do processo –, foram incorporados quatro trabalhos, que atenderam todos os requisitos anteriormente citados como os 15 artigos da etapa anterior, assim, totalizando 19 artigos.

Os artigos que foram identificados nas análises anteriores resultaram em um Portfólio Bibliográfico formado por 19 artigos que compõe o referencial teórico da pesquisa construído a partir do *ProKnow-C*, segundo a subjetividade do pesquisador (VALMORBIDA, ENSSLIN e ENSSLIN, no prelo). Os artigos do Portfólio Bibliográfico estão listados no Quadro 10.

Quadro 10 - Portfólio final de artigos

Portfólio Bibliográfico
01 - MBULIGWE, Stephen E.; KASEVA, Mengiseny E. Assessment of industrial solid waste management and resource recovery practices in Tanzania. <i>Resources, conservation and recycling</i> , v. 47, n. 3, p. 260-276, 2006.
02 - FU, Hui-zhen et al. A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993–2008. <i>Waste Management</i> , v. 30, n. 12, p. 2410-2417, 2010.
03 - MARTINEZ, Candace A.; BOWEN, J. D. The Clean Development Mechanism in the Solid Waste Management Sector: Sustainable for Whom?. <i>Ecological Economics</i> , 2012.
04 - PARTHAN, Shantha R. et al. Cost estimation for solid waste management in industrialising regions–Precedents, problems and prospects. <i>Waste management</i> , v. 32, n. 3, p. 584-594, 2012.
05 - YEDLA, Sudhakar; KANSAL, Sarika. Economic insight into municipal solid waste management in Mumbai: a critical analysis. <i>International journal of environment and pollution</i> , v. 19, n. 5, p. 516-527, 2003.
06 - NAHMAN, A.; GODFREY, L. Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints. <i>Resources, Conservation and Recycling</i> , v. 54, n. 8, p. 521-531, 2010.
07 - BATOOL, Syeda Adila; CHAUDHRY, Nawaz; MAJEED, Khalid. Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan. <i>Waste management</i> , v. 28, n. 2, p. 294-298, 2008.

08 - WU, JunJie. Environmental compliance: the good, the bad, and the super green. <i>Journal of Environmental Management</i> , v. 90, n. 11, p. 3363-3381, 2009.
09 - BENETTI Juliana Eliza et al. Environmental management strategies: A case study of Tríticola Cooperativa. <i>Custos e agronegócio on line</i> - v. 8, n. 4 – Oct/Dec - 2012
10 - ULLI-BEER, Silvia; ANDERSEN, David F.; RICHARDSON, George P. Financing a competitive recycling initiative in Switzerland. <i>Ecological Economics</i> , v. 62, n. 3, p. 727-739, 2007.
11 - FINNVEDEN, Göran et al. Flexible and robust strategies for waste management in Sweden. <i>Waste management</i> , v. 27, n. 8, p. S1-S8, 2007.
12 - ZAMAN, Atiq Uz. Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. <i>Ecological Indicators</i> , v. 36, p. 682-693, 2014.
13 - FRANCHETTI, Matthew. ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship. <i>Journal of Cleaner Production</i> , v. 19, n. 9, p. 1104-1109, 2011.
14 - AHMED, Shafiul Azam; ALI, Mansoor. Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities. <i>Habitat International</i> , v. 28, n. 3, p. 467-479, 2004.
15 - SHEKDAR, Ashok V. Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. <i>Waste Management</i> , v. 29, n. 4, p. 1438-1448, 2009.
16 - MORRISSEY, A. J.; BROWNE, J. Waste management models and their application to sustainable waste management. <i>Waste management</i> , v. 24, n. 3, p. 297-308, 2004.
17 - KARPOFF, Jonathan M.; LOTT JR, John R.; WEHRLY, Eric W. The Reputational Penalties for Environmental Violations: Empirical Evidence*. <i>Journal of Law and Economics</i> , v. 48, n. 2, p. 653-675, 2005.
18 - BAUMGÄRTNER, Stefan; QUAAS, Martin. What is sustainability economics?. <i>Ecological Economics</i> , v. 69, n. 3, p. 445-450, 2010.
19 - WILSON, David C. Development drivers for waste management. <i>Waste Management & Research</i> , v. 25, n. 3, p. 198-207, 2007.

Fonte: Autor, 2015

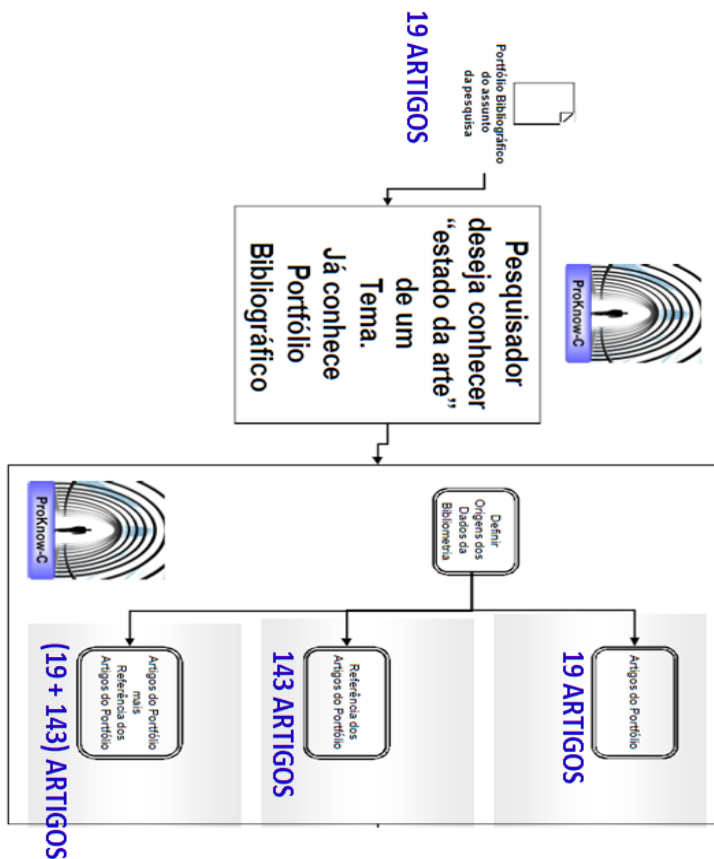
4.1.2 Processo para Realizar a Análise Bibliométrica

Para Ensslin et al. (2010), a Análise Bibliométrica é o processo que evidencia quantitativamente os dados estatísticos de um conjunto definido de artigos – Portfólio Bibliográfico – com o intuito de facilitar a gestão das informações de um determinado assunto, realizado por meio da contagem de documentos – artigos, autores, citações, periódicos e bases de dados.

A Análise Bibliométrica é realizada para três grupos, que podem ser visualizados na Figura 11. O primeiro grupo é composto por 19 artigos presentes no Portfólio Bibliográfico; o segundo, sendo formado pelas referências dos artigos do primeiro grupo, totalizando 143 trabalhos; e, por último, o terceiro, sendo formado pela junção dos artigos e suas referências, tendo um total de 162 trabalhos. As análises são divididas em quatro etapas: (i) estimar o grau de relevância dos periódicos; (ii) estimar o reconhecimento científico dos artigos; (iii) estimar o grau de relevância dos autores; e, (iv)

estimar as palavras-chave mais utilizadas (LACERDA et al., 2011). Sendo que a última análise sendo feita somente para o primeiro grupo.

Figura 11 - Etapas da Análise Bibliométrica

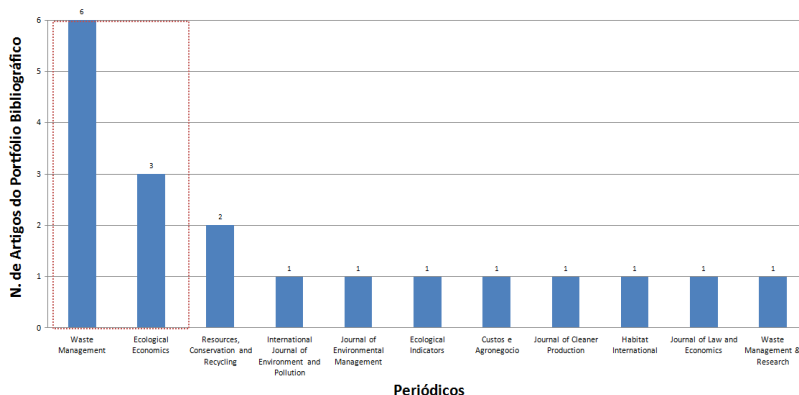


Fonte: Autor, 2015

4.1.2.1 Perfil do Portfólio Bibliográfico

Na primeira análise realizada no Portfólio Bibliográfico buscou-se identificar quais os periódicos têm o maior destaque. O grau de relevância dos periódicos pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Relevância dos periódicos no Portfólio Bibliográfico

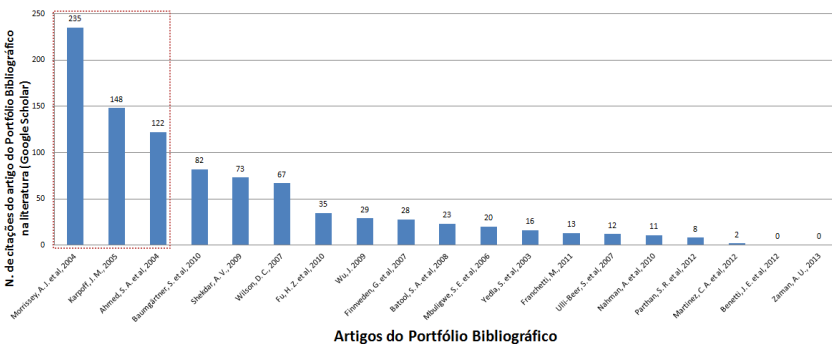


Fonte: Autor, 2015

Os periódicos "*Waste Management*" e "*Ecological Economics*" destacaram-se quanto ao número de artigos dentro do Portfólio Bibliográfico. A identificação de periódicos com grande número de publicações pode orientar futuras pesquisas sobre o tema, além de evidenciar revistas que têm interesse em disseminar determinados tópicos.

A próxima análise tem como objetivo determinar o reconhecimento científico que cada artigo do Portfólio Bibliográfico adquiriu em consulta ao Google Scholar. O Gráfico 3 destaca os 19 artigos, sendo o trabalho "*Waste management models and their application to sustainable waste management*" (MORRISSEY et al., 2004), o que apresentou o maior número de citações.

Gráfico 3 - Relevância dos artigos do Portfólio Bibliográfico quanto ao número de citações.



Fonte: Autor, 2015

Analisando o Gráfico 3, pode-se observar que dentre os 19 artigos, quatro obtiveram menos que 10 citações, sendo esta a delimitação para ingressar no Banco de Artigos Brutos. Entretanto, todos são considerados recentes, assim, pode não ter havido tempo suficiente para serem contemplados pela comunidade científica.

A próxima característica do Portfólio Bibliográfico investigado é quais pesquisadores apresentaram maior número de trabalhos dentre os 42 autores presentes deste grupo. O autor Wilson, D. C., que é professor no Centro de Controle Ambiental e Gestão de Resíduos no Departamento de Engenharia Civil e Ambiental no *Imperial College* em Londres, apresentou dois trabalhos dentro do Portfólio Bibliográfico, sendo que os demais autores apresentaram somente um artigo. A identificação de autores mais prolíferos é importante para nortear quem está investigando o tema, destacando quem se dedica ao assunto e tem recebido reconhecimento da comunidade científica. Valmorbidia et al. (no prelo) salienta a importância desta análise para o uso dos autores de destaque como referência dentro de futuros trabalhos com o mesmo tema de pesquisa.

Por último, nesta etapa, é realizada uma estimativa das palavras-chave mais presentes dentro dos artigos selecionados. A identificação das palavras-chave mais utilizadas para um determinado tema permite ao pesquisador utilizar a mesma terminologia adotada pela comunidade científica, mantendo uma padronização. Outro ponto importante desta etapa, é a conferência se as palavras-chave utilizadas no processo de busca para formar o Portfólio Bibliográfico foram as mais indicadas. Dentre os artigos, foram identificadas 63 palavras-chave diferentes, sendo "*Solid waste management*" a mais utilizada, presente em cinco artigos, seguida de

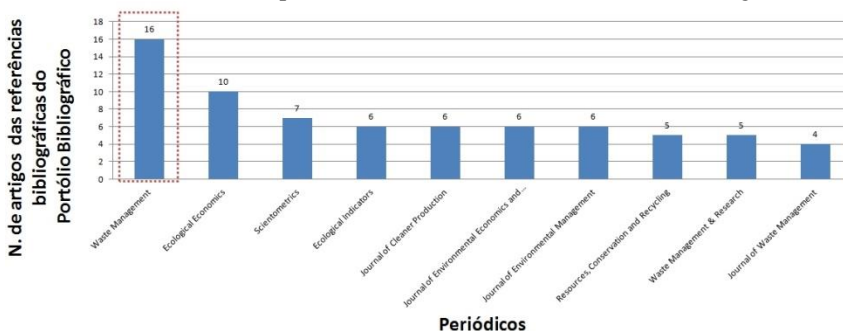
"*Developing countries*", presente em três artigos, e as palavras "*Solid waste*" e "*Environmental violations*", que foram utilizadas em dois trabalhos. Dentre as nove palavras-chave presentes na Etapa 1 do *ProKnow-C*, somente duas foram encontradas de forma idêntica nos artigos, porém palavras compostas envolvendo a palavra "*Management*" foram identificadas oito vezes e "*Environmental*" um total de quatro vezes, assim, quatro palavras entre sete estão presentes, demonstrando o alinhamento do Portfólio Bibliográfico ao tema estudado.

4.1.2.2 Perfil das referências do Portfólio Bibliográfico

Esta seção aborda a Análise Bibliométrica das referências bibliográficas do Portfólio Bibliográfico, que, assim como a seção anterior, irá identificar os periódicos, os autores e os artigos que obtiveram destaque, não sendo realizado, como delimitação de pesquisa, a análise das palavras-chave. Para este trabalho, o pesquisador considerou apenas publicações em periódicos, excluindo livros, conferências e congressos e trabalhos que tiveram sua publicação anterior a 2003. Dentro destas delimitações, foram identificados 143 artigos que serão utilizados nas análises seguintes.

A primeira análise tem como objetivo destacar em quais periódicos os artigos do Portfólio Bibliográfico foram publicados e qual o número de vezes que ele apareceu. Um total de 70 periódicos diferentes foram identificados dentro das referências do Portfólio Bibliográfico, onde os dez periódicos mais presentes podem ser observados no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Relevância dos periódicos das referências do Portfólio Bibliográfico.



Fonte: Autor, 2015

O periódico "*Waste Management*" apresentou destaque com um total de 16 publicações, seguido pelo "*Ecological Economics*" com 10

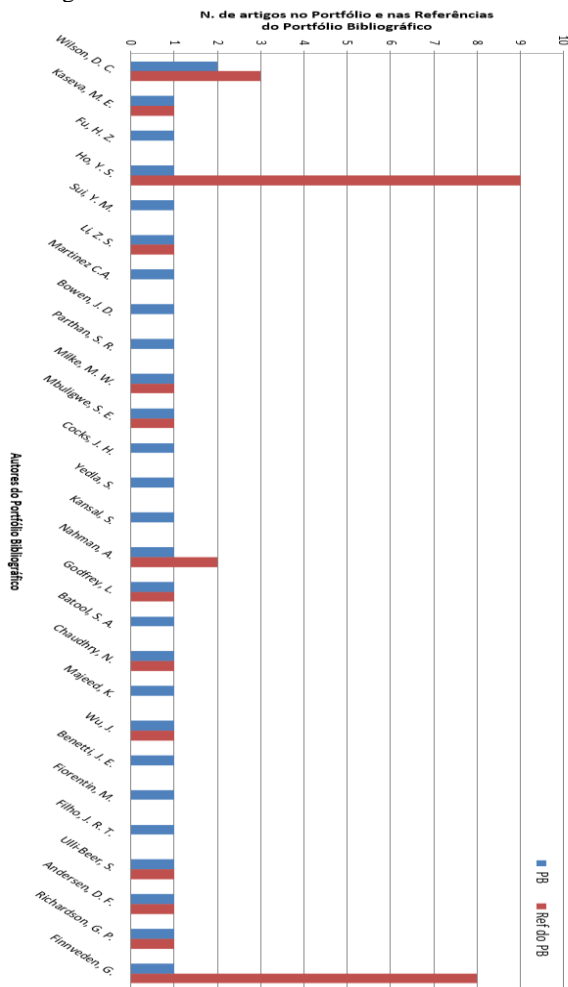
publicações. Outros três periódicos tiveram três publicações, cinco outros tiveram duas publicações e os 52 periódicos restantes apareceram somente uma vez.

A segunda investigação tem como objetivo avaliar quantas vezes os artigos do Portfólio Bibliográfico foram referenciados nos demais artigos do Portfólio Bibliográfico. Dentre os 19 artigos, somente quatro deles estão presentes no portfólio, sendo eles: "*Development drivers for waste management*", "*What is sustainability economics?*", "*The reputational penalties for environmental violations: empirical evidence*" e "*Waste management models and their application to sustainable waste management*". Artigos estes que foram incorporados ao Portfólio Bibliográfico na etapa de teste de representatividade.

A análise a seguir identifica quantos autores tiveram participação em trabalhos dentro das referências do Portfólio Bibliográfico, sendo este um total de 43 autores. Além disto, foi verificado em quantos trabalhos estes pesquisadores tiveram participação. Os autores que tiveram maior participação no grupo foram Y.S. Ho com nove citações, Finnveden G. com oito citações e Bjorklund A. com cinco citações. Dentre os demais autores, 17 estavam presente com somente um trabalho e 16 não foram citados em nenhum trabalho das referências.

A última análise desta seção tem por objetivo comparar o número de vezes que os autores do Portfólio Bibliográfico foram citados dentro no Portfólio Bibliográfico e nas referências do Portfólio Bibliográfico, sendo que os resultados podem ser observados no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Presença dos autores no Portfólio Bibliográfico e nas referências do Portfólio Bibliográfico.



Fonte: Autor, 2015

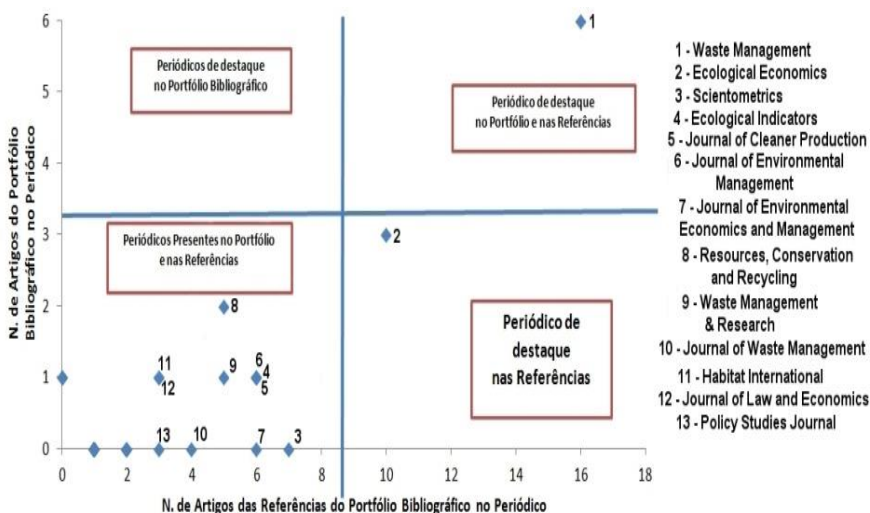
Ao analisar o Gráfico 5, pode-se concluir que, dentre os 43 autores presentes no portfólio, 27 pesquisadores tiveram trabalhos presentes tanto no Portfólio Bibliográfico quanto em suas referências. Com esta informação, é opinião do pesquisador sobre o Portfólio Bibliográfico construído como sendo representativo para o tema em estudo.

4.1.2.3 Perfil do Portfólio Bibliográfico e das referências do Portfólio Bibliográfico

A última seção da Análise Bibliométrica foi agrupada as informações do perfil do Portfólio Bibliográfico e do perfil das referências do Portfólio Bibliográfico. As análises feitas mostram os periódicos, os artigos e os autores mais relevantes.

A análise dos periódicos é obtida pelo cruzamento do número de artigos do Portfólio Bibliográfico que foram publicados no periódico pelo número de artigos das referências do Portfólio Bibliográfico no mesmo periódico. O cruzamento destas informações pode ser observado no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Periódicos dos artigos do Portfólio Bibliográfico e das referências do Portfólio Bibliográfico.



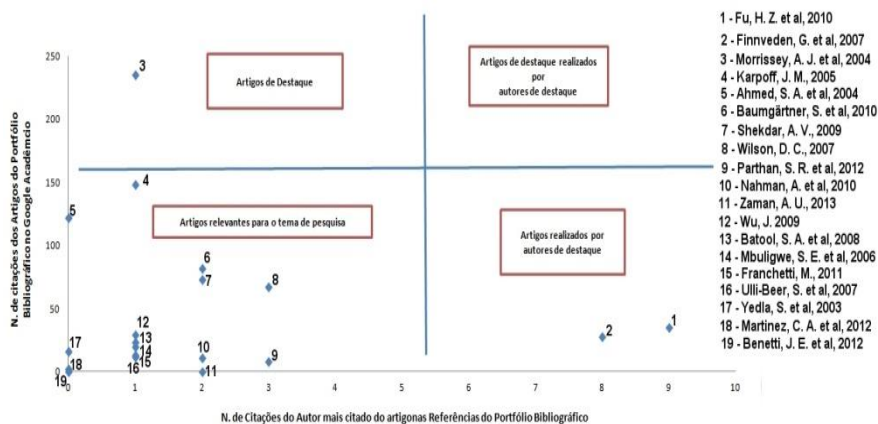
Fonte: Autor, 2015

O periódico "*Waste Management*" obteve destaque nos artigos do Portfólio Bibliográfico e em suas referências, sendo este considerado pelo sistema integrado Capes (SICAPES) um periódico de grande importância, apresentando uma classificação A2 dentro da área de avaliação Engenharia III no ano de 2014, estando em outras áreas de avaliação em posições de A1 e B2, índices que demonstram uma ampla credibilidade em várias áreas do

conhecimento. O periódico "*Ecological Economics*" obteve destaque dentre os periódicos presentes nas referências do Portfólio Bibliográfico, também sendo um periódico de alto impacto, de acordo com as classificações do SICAPES. Esta análise é importante para guiar pesquisadores que pretendem realizar publicações, direcionando-os para periódicos com grande relevância sobre o tema pesquisado.

A próxima análise tem como objetivo comparar o número de vezes em que o artigo do Portfólio Bibliográfico foi referenciado em outros trabalhos, sendo este processo evidenciado por meio de busca no Google Scholar com o número de citações obtidas pelo autor mais citado do artigo dentro das referências do Portfólio Bibliográfico. Os artigos "*A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993-2008*" e "*Flexible and robust strategies for waste management in Sweden*" foram escritos por autores de destaque dentro das referências do Portfólio Bibliográfico e o artigo "*Waste management models and their application to sustainable waste management*" foi o artigo de maior reconhecimento científico, quando se tratando de citações no Google Scholar, dentro do Portfólio Bibliográfico. Estas informações podem ser observadas do Gráfico 7.

Gráfico 7 - Artigos e seus autores do Portfólio Bibliográfico de maior destaque.



Fonte: Autor, 2015

A última análise do cruzamento do Portfólio Bibliográfico e das referências do Portfólio Bibliográfico e também da Análise Bibliométrica consiste na comparação entre o número de artigos que o autor teve dentro do Portfólio Bibliográfico com o número de vezes que o pesquisador foi citado nas referências do Portfólio Bibliográfico. O autor de maior destaque dentro

do Portfólio Bibliográfico foi Wilson, D. C., com um total de dois artigos e três trabalhos presentes nas referências do Portfólio Bibliográfico. Os autores Ho, Y. S., Finnveden, G. e Bjorklund, A. obtiveram destaque dentro das referências do Portfólio Bibliográfico com 9, 8 e 5 artigos. Porém, dentro do Portfólio Bibliográfico, os três obtiveram somente um trabalho.

4.1.3 Processo para Realização da Análise Sistêmica

Uma vez completada a formação do Portfólio Bibliográfico juntamente à evidenciação quantitativa dos dados destes conjuntos de artigos por meio da Análise Bibliométrica, torna-se necessário analisar o conteúdo destes trabalhos. Essa avaliação será realizada por meio da análise sistêmica, conforme estruturado no *ProKnow-C*, proposto por Ensslin et. al. (2010).

Para efeito deste trabalho, será adotada a definição de análise sistêmica segundo Bortoluzzi et al. (2011). O referido autor diz ser o processo científico utilizado considerando uma visão de mundo (filiação teórica) definida e explícita por meio de lentes que irão analisar uma determinada amostra de artigos que sejam representativos para um dado assunto de pesquisa, evidenciando, para cada lente, a perspectiva estabelecida, os destaques e as oportunidades de conhecimento encontrados na amostra.

Assim, a primeira coisa a ser realizada é definir a visão de mundo que será adotada e deixar explícitas as lentes que serão utilizadas. A visão de mundo adotada por este trabalho será a proposta por Ensslin et. al. (2010), que tem como foco a avaliação de desempenho. Para Ensslin et. al. (2010), Avaliação de Desempenho é o processo de construção de conhecimento no decisor, a respeito de um contexto específico que se propõe a avaliar e segundo a sua própria percepção por meio de atividades que identificam, organizam, mensuram ordinalmente e cardinalmente, integram e permitem visualizar o impacto das ações e seu gerenciamento.

Esta visão de mundo será utilizada com o intuito de identificar, dentro dos artigos que compõem o Portfólio Bibliográfico selecionado, os pontos fortes dos trabalhos e as oportunidades de melhoria (carência) nos artigos, que darão apoio à decisão. Logo, serão destacados alguns pontos em que os autores, dos trabalhos analisados, estão deixando de considerar os aspectos importantes, segundo a visão estabelecida, para o processo de apoio à decisão, segundo os critérios utilizados. As lentes construídas segundo a visão de mundo da avaliação de desempenho estão detalhadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Lentes utilizadas na Análise Sistêmica.

#	Lente	O que busca?
1	Abordagem	Harmoniza abordagem e dados do modelo construído com sua aplicação?
2	Singularidade	Reconhece que o problema é único? (atores, contexto)
3	Processo para identificar	Utiliza processo para identificar os objetivos segundo a percepção do decisor?
4	Mensuração	As escalas (descritivas, nominais, ordinais e cardinais) utilizadas atendem à Teoria da Mensuração e suas propriedades (mensuralidade, operacionalidade, homogeneidade, inteligibilidade, permitir distinguir os desempenhos melhor e pior)?
5	Integração	Quando da determinação das constantes de integração como são apresentadas as questões do decisor?
6	Gestão	O conhecimento gerado permite conhecer o perfil atual, sua monitoração e aperfeiçoamento?

Fonte: Valmorbidia (2012), adaptado pelo Autor, 2015

Tendo como base o texto dos artigos, foi realizada uma análise crítica segundo as lentes explicitadas, sendo identificados os destaques e as oportunidades que faltam ser investigadas acerca do tema. Além disto, será destacada a subjetividade do processo, onde o julgamento do pesquisador é determinando para essa análise.

4.1.3.1 Análise sistêmica do Portfólio Bibliográfico

A análise sistêmica é realizada nos artigos presentes no Portfólio Bibliográfico demonstrado no Quadro 10, salientando que somente os artigos que apresentaram uma proposição de um modelo de avaliação de desempenho, artigos de cunho prático, foram objetos desta análise. Dentre os 19 artigos identificados no Portfólio Bibliográfico, 14 se enquadram no escopo da análise sistêmica e foram avaliados.

4.1.3.1.1 Análise quanto à Abordagem - Lente 1

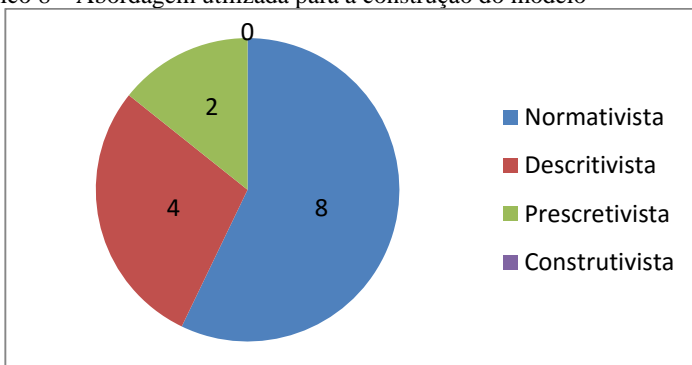
Para a primeira etapa dentro da análise sistêmica, será considerado qual abordagem o autor utilizou para a construção do modelo. Esta análise divide-se em três momentos: (i) qual o tipo de abordagem adotado; (ii) onde

foi feita a coleta de dados para a construção do modelo; e, (iii) onde sua aplicação será realizada.

Dias e Tsoukiàs (2004) destacam que, para a construção de um modelo, é possível seguir quatro tipos de abordagens, sendo elas: (i) Normativista; (ii) Descritivista; (iii) Prescritivista; e, (iv) Construtivista. As duas primeiras consideram que o decisor é puramente racional e não possui diferenças significativas de pensamento, ou seja, universal. Para os dois últimos, o decisor apresenta valores e preferências que devem ser considerados.

O Gráfico 8 apresenta as abordagens presentes no Portfólio Bibliográfico.

Gráfico 8 – Abordagem utilizada para a construção do modelo



Fonte: Autor, 2015

Dentro do Portfólio Bibliográfico, a abordagem preferida por 57% dos artigos da amostra é a Normativista, que foi encontrada nos trabalhos de Parthan, S. R. et al., (2012), Yedla, S. et al., (2003), Ulli-Ber, S. et al., (2007), Finnveden, G. et al., (2007), Franchetti, M., (2011), Shekdar, A. V., (2009), Karpoff, J. M., (2005) e Wilson, D. C., (2007). Esta abordagem visa identificar modelos pré-existentes que reconhecem apenas propriedade do objeto de estudo e que considera variáveis do ambiente físico com soluções ótimas.

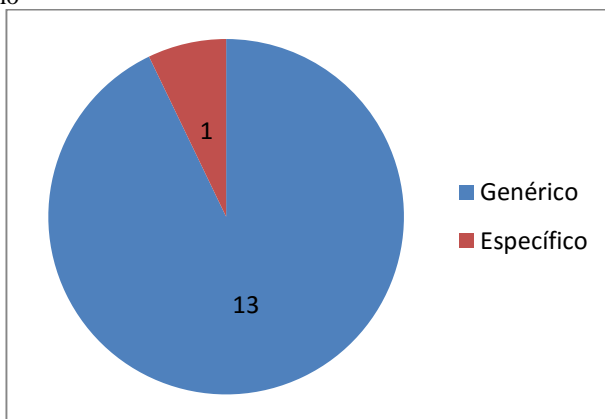
A segunda abordagem mais encontrada foi a Descritivista, que esteve presente em quatro trabalhos: Mbuligwe, S. E. et al., (2006), Fu, H. Z. et al., (2010), Zaman, A. U., (2013) e Morrissey, A. J. et al., (2004). A abordagem Descritivista visa entender as decisões que os modelos bem-sucedidos presentes na literatura realizaram e com bases nestas, replicar este sucesso em outros contextos.

Os artigos Nahman, A. et al., (2010) e Wu, J. (2009) apresentaram abordagem Prescristivista, que reconhece os valores e preferências do decisor, procurando coerência entre o seu discurso e o modelo.

Roy (1993) e Dias e Tsoukiàs (2004) afirmam em seus trabalhos que a abordagem Construtivista é a mais adequada para o apoio a decisão. Esta abordagem incorpora os valores e preferências do decisor na construção do modelo, junto com o reconhecimento da entidade social que o circunda e seu foco se dá na geração de conhecimento no decisor. Nenhum artigo presente na amostragem apresentou esta abordagem.

A segunda análise realizada dentro da primeira lente visa identificar onde foi realizada a coleta de dados para a construção do modelo. As alternativas possíveis são: (i) Genérico: situações semelhantes, artigos presentes na literatura, especialista da área ou outros locais; e, (ii) Específico: diretamente do contexto físico ou do próprio decisor. O Gráfico 9 apresenta o alinhamento quanto a coleta de dados presentes no Portfólio Bibliográfico.

Gráfico 9 – Análise quanto à abordagem - Local de coleta de dados para construção do modelo

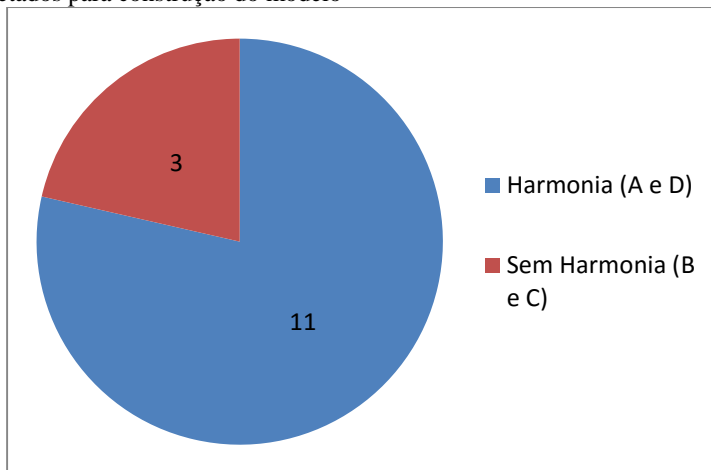


Fonte: Autor, 2015

Dentre os 14 artigos presentes da amostragem, somente o artigo Parthan, S. R. et al., (2012) levou em conta o decisor na coleta de dados para a construção do modelo. Os 13 artigos restantes não envolveram o decisor na coleta de dados, perdendo a oportunidade de respeitar seus valores e preferências, acarretando em forçar os decisores a adaptar-se a escolhas tomadas por outros. Apesar dos modelos terem como objetivo o apoio à decisão, a falta do uso dos princípios que o decisor possui compromete a finalidade dos modelos, que é sua utilização.

A última análise da primeira lente visa identificar a harmonia entre a abordagem utilizada e o local de coleta de dados. Os dados desta etapa podem ser observados no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Análise quanto à abordagem – Harmonia entre abordagem e dados coletados para construção do modelo



Fonte: Autor, 2015

O Gráfico 10 faz uma divisão em duas categorias, onde “A” representa uma abordagem Normativista ou Descritivista e uma coleta de dados Genérica, em contrapartida “B”, representa as mesmas abordagens, porém uma coleta de dados Específica. Ainda no mesmo gráfico, o elemento “C” representa uma abordagem Prescritivista ou Construtivista, e uma coleta de dados Genérica, encerrando as alternativas. O elemento “D” utiliza as mesmas abordagens do anterior, porém com uma coleta de dados Específica. Assim, a categoria composta por “A” e “D” apresentaram Harmonia entre as abordagens e coleta de dados, ficando a outra categoria como não Harmônica.

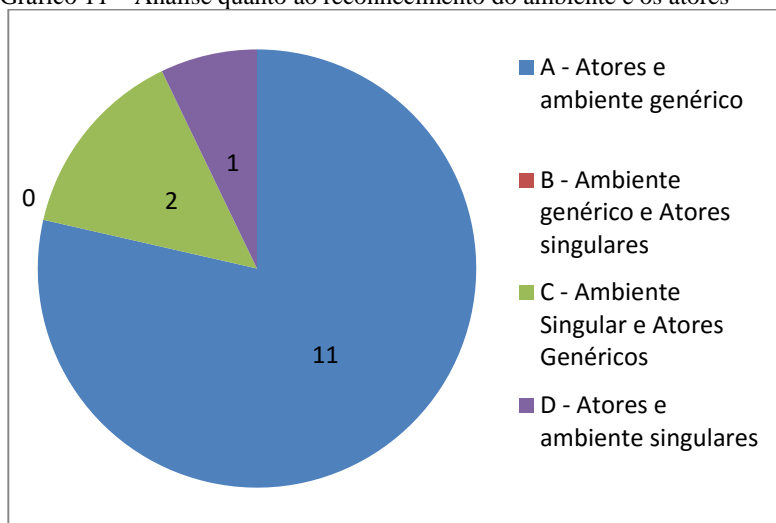
Assim, dentro da amostragem, 79% dos artigos apresentaram Harmonia, sendo 11 artigos: Mbuligwe, S. E. et al., (2006); Parthan, S. R. et al., (2012); Yedla, S. et al., (2003); Ulli-Ber, S. et al., (2007); Finnveden, G. et al., (2007); Zaman, A. U., (2013); Franchetti, M., (2011); Shekdar, A. V., (2009); Morrissey, A. J. et al., (2004); Karpoff, J. M., (2005); e, Wilson, D. C., (2007). Os artigos Fu, H. Z. et al., (2010), Nahman, A. et al., (2010) e Wu, J. (2009) não apresentaram Harmonia.

4.1.3.1.2 Singularidade - Lente 2

A segunda lente da análise sistêmica aborda a questão da singularidade dos artigos, ou seja, irá identificar se os autores reconhecem que o problema é único para aquele contexto e atores, onde estes atores necessitam de um modelo de avaliação de desempenho singular. Outro cenário seria quando o problema é visto como genérico e não evidenciam quem é o decisor, ou ainda no meio termo, reconhecem somente o contexto ou os atores.

O resultado desta investigação pode ser observado no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Análise quanto ao reconhecimento do ambiente e os atores



Fonte: Autor, 2015

A maioria dos artigos presentes na amostragem considera que o problema é não singular, ou seja, que podem ser aplicados em qualquer situação semelhante, não considerando que, mudando o contexto, pode surgir necessidades distintas. Esses artigos estão representados pela alternativa “A” e são eles: Mbuligwe, S. E. et al., (2006); Yedla, S. et al., (2003); Wu, J. (2009); Ulli-Beer, S. et al., (2007); Finnveden, G. et al., (2007); Zaman, A. U., (2013); Franchetti, M., (2011); Shekdar, A. V., (2009); Morrissey, A. J. et al., (2004); Karpoff, J. M., (2005); e, Wilson, D. C., (2007).

Nenhum artigo considerou o contexto como sendo genérico e tendo os atores singulares, que seria a alternativa “B”.

Os artigos de Fu, H. Z. et al., (2010) e Parthan, S. R. et al., (2012) consideraram o ambiente como sendo singular, tendo suas características diferenciadas dos demais, porém seus atores não foram evidenciados ao longo dos trabalhos.

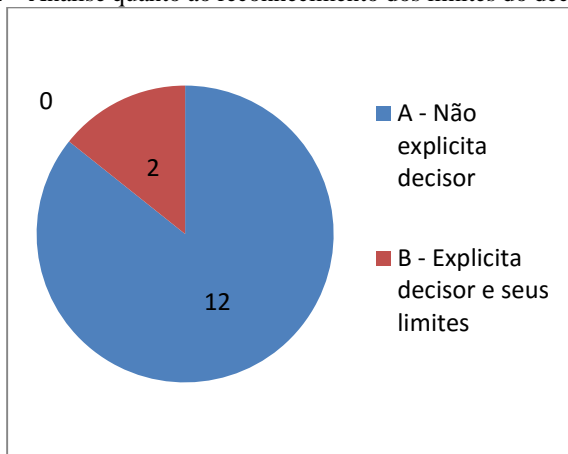
O artigo de Nahman, A. et al., (2010) considerou um ambiente específico e decisores explícitos, ou seja, ambos singulares, ficando assim uma oportunidade de melhoria para os demais trabalhos que não consideraram que, ao mudar os atores envolvidos no processo decisório e o contexto onde será aplicado, as informações necessárias não serão as mesmas, sendo necessária uma adaptação dos modelos para que os mesmos sejam efetivos.

4.1.3.1.3 Processo para Identificar objetivos (variáveis) - Lente 3

A terceira lente tem como objetivo identificar como os critérios ou objetivos são construídos, ou seja, levando em conta a percepção do decisor. Esta análise foi dividida em duas etapas. A primeira visa identificar os artigos que explicitam o decisor e consideram os limites do conhecimento deste, já a segunda pretende avaliar como as preferências e princípios dos gestores afetam a identificação de objetivos.

A primeira análise da Lente 3 visa identificar se os artigos levam em conta a necessidade de aumentar o conhecimento do decisor, reconhecendo os limites que este tem em relação ao meio onde está inserido. Esta informação pode ser visualizada no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Análise quanto ao reconhecimento dos limites do decisor



Fonte: Autor, 2015

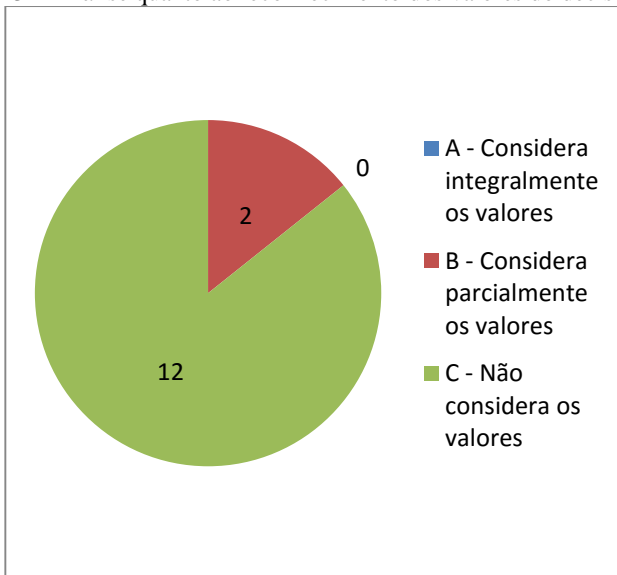
Dentro da amostragem, 86% dos artigos partiram do ponto que o decisor sabe exatamente quais objetivos são relevantes e devem ser mensurados, ou seja, não reconhecem os limites de conhecimento do decisor. Estes artigos estão ilustrados na alternativa “A” e não explicitam o decisor.

Uma maneira de promover um diferencial competitivo é levar em conta que, ao promover um aumento de conhecimento no decisor sobre o contexto onde o mesmo está inserido, pode-se gerar melhores resultados. Outra oportunidade seria a inclusão do decisor no processo que visa identificar os critérios que serão mensurados, conforme realizado nos artigos de Nahman, A. et al., (2010) e Wu, J. (2009).

Nenhum trabalho dentro da amostragem explicitou o decisor, porém não levou em conta os limites de conhecimento sobre o contexto, que representa a alternativa “C”.

A segunda análise da Lente 3 tem como objetivo identificar se os critérios ou objetivos sofrem influência das preferências e princípios dos decisores, ou seja, se eles interferem na identificação e na operacionalização dos critérios de avaliação de desempenho. A demonstração do resultado pode ser vista no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Análise quanto ao reconhecimento dos valores do decisor



Fonte: Autor, 2015

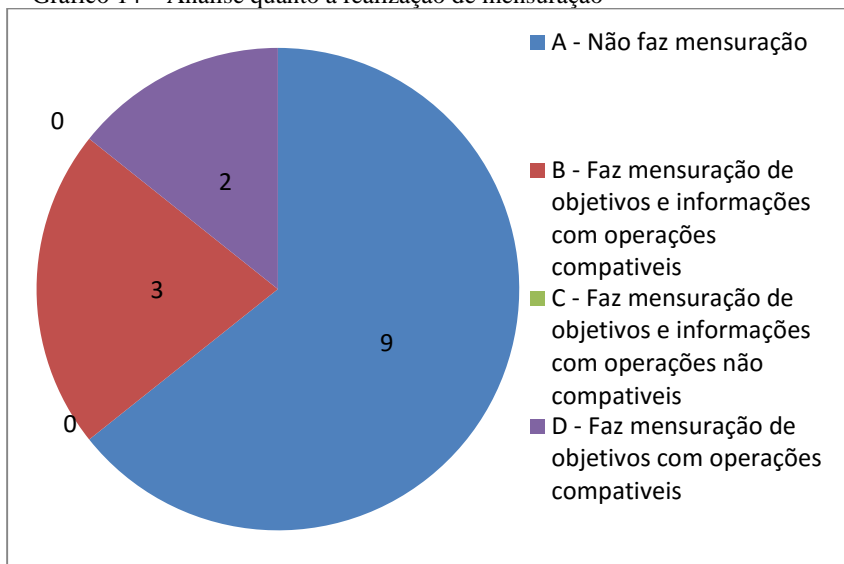
Evidenciou-se que 86% dos artigos não consideraram as preferências e princípios do decisor quando se trata da identificação e operacionalização dos critérios e objetivos que são considerados no processo de avaliação de desempenho. Utilizar os valores e preferências dos gestores nesses elementos é visto como uma oportunidade, pois ajudará a aperfeiçoar o processo de avaliação de desempenho, segundo os passos dos artigos de Zaman, A. U., (2013) e Wu, J. (2009), que se encontram no meio termo, considerando parcialmente os valores do decisor.

Dentro da amostragem, nenhum artigo considerou integralmente os valores e preferências do decisor na construção e operacionalização dos critérios ou objetivos.

4.1.3.1.4 Mensuração - Lente 4

Na lente anterior foi avaliado como foram construídos os objetivos. Nesta, será observado se ocorreu a mensuração destes critérios que foram considerados importantes para a organização. Os resultados da análise podem ser observados no Gráfico 14.

Gráfico 14 – Análise quanto a realização de mensuração



Fonte: Autor, 2015

Este gráfico evidencia a presença de mensuração dos objetivos nos textos dos artigos, bem como a explicitação da escala utilizada (nominais, ordinais, intervalos, de razão) e as operações que são realizadas com elas. Estas operações devem atender a teoria da mensuração – para mais informações, vide BARZILAI, 2001 e ROBERTS, 1979 –, onde quando a escala utilizada é ordinal, somente operações por ela permitidas devem ser utilizadas, como contagem, frequência, mediana e moda. A mesma lógica é aplicada quando a escala for definida como cardinal, de razão ou de intervalo. Ou seja, atendem a teoria da mensuração escalas que realizam apenas operações estatísticas e matemáticas que são possíveis para a escala adotada.

Dentro da amostragem, 64% dos artigos não apresentaram nenhuma mensuração dos objetivos, deixando de evidenciar o desempenho melhor e pior, sendo esta descrição referente a alternativa “A”.

Os artigos de Fu, H. Z. et al., (2010), Parthan, S. R. et al., (2012) e Wu, J. (2009) apresentaram mensuração de seus objetivos, informam o tipo de escala que utilizam e fazem operações compatíveis com estas escalas. Esta descrição representa a alternativa “B”.

Nenhum artigo dentro da amostragem realizou a mensuração de seus objetivos, informando a escala e fazendo uso de operações incompatíveis, representada pela alternativa “C”.

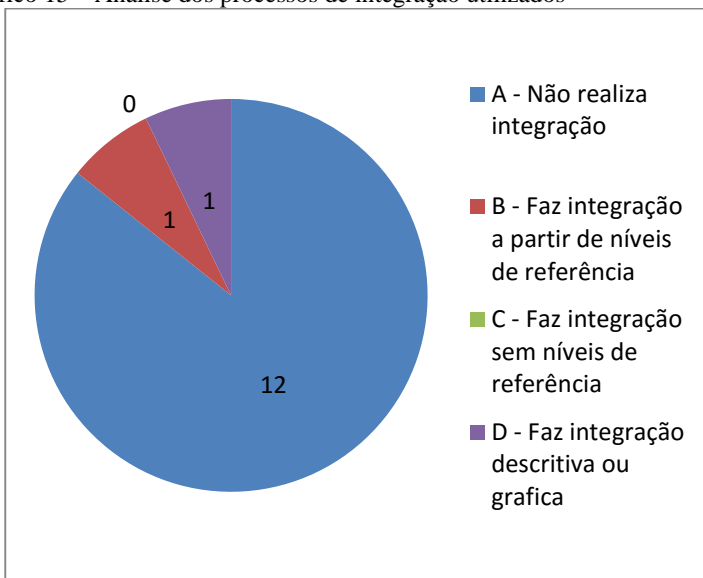
Os artigos de Mbuligwe, S. E. et al., (2006) e Nahman, A. et al., (2010) apresentaram uma mensuração de seus objetivos, contudo não informaram o tipo de escala adotado. Já as operações realizadas mostraram-se compatíveis com as escalas construídas. Estes artigos ficaram dentro da alternativa “D”.

A última alternativa apresentada no gráfico, “E”, seria para artigos que realizam mensuração e não informam o tipo de escala adotada e suas operações não são compatíveis com a escala construída. Nenhum artigo dentro da amostragem apresentou este perfil.

4.1.3.1.5 Integração - Lente 5

A lente que aborda a integração, analisa se os artigos realizaram interação entre as escalas e se o fizeram, foi de maneira descritiva, gráfica ou cardinal (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Outro ponto avaliado é se os artigos que fazem integração o fazem sem critério ou a partir de níveis de referência ou de forma descritiva e/ou gráfica. Esta investigação apresenta seus resultados no Gráfico 15.

Gráfico 15 – Análise dos processos de integração utilizados



Fonte: Autor, 2015

A maioria dos artigos presentes na amostragem – 86% – não realiza qualquer tipo de integração entre as escalas. Destacando este fato como uma oportunidade de melhorar seu desempenho, pois a utilização de níveis de referência auxilia a identificar quais ações irão causar maior impacto e quais têm desempenho inferior ao esperado (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001). Estes artigos foram enquadrados na alternativa “A”.

O trabalho de Wu, J. (2009) foi o único dentro da amostragem a apresentar integração a partir de níveis de referência, enquadrando-se na alternativa “B”.

Nenhum trabalho apresentou integração entre as escalas sem apresentar níveis de referência, ficando a alternativa “C” sem representatividade.

O único trabalho que fez integração por meio gráfico foi o artigo de Fu, H. Z. et al., (2010), ficando dentro da alternativa “D”, que também permitiria integração feita de modo descritivo.

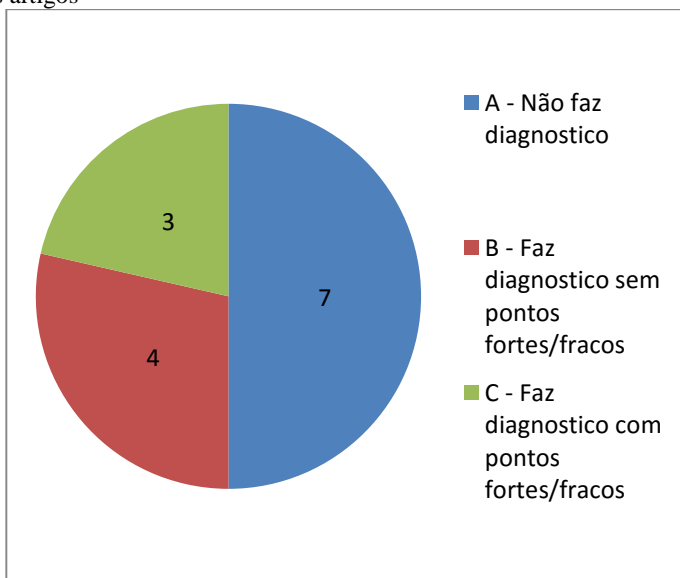
4.1.3.1.6 Gestão - Lente 6

A última lente da análise sistêmica visa identificar o processo de gestão, destacando se o sistema de avaliação de desempenho permite

identificar a situação atual do contexto analisado, bem como gerar ações que promovam seu aperfeiçoamento. Assim, a análise foi dividida em duas etapas: a primeira visa identificar se os artigos permitem diagnosticar o status atual, conhecer os pontos fortes e fracos – diagnóstico –; a segunda tem seu foco sobre o aperfeiçoamento do estado atual por meio de ações – aperfeiçoamento.

A etapa de diagnóstico irá classificar os artigos em três grupos: o primeiro, cuja alternativa é “A”, representa trabalhos que não realizam diagnóstico; o segundo, cuja alternativa é “B”, realiza diagnóstico, porém sem evidenciar pontos fracos e fortes do contexto; e, o último representa trabalhos que fazem diagnósticos e evidenciam pontos fortes e fracos, enquadrando-se na alternativa “C”. O resultado desta análise pode ser observado no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Análise da forma de realizar diagnóstico da situação atual utilizada pelos artigos



Fonte: Autor, 2015

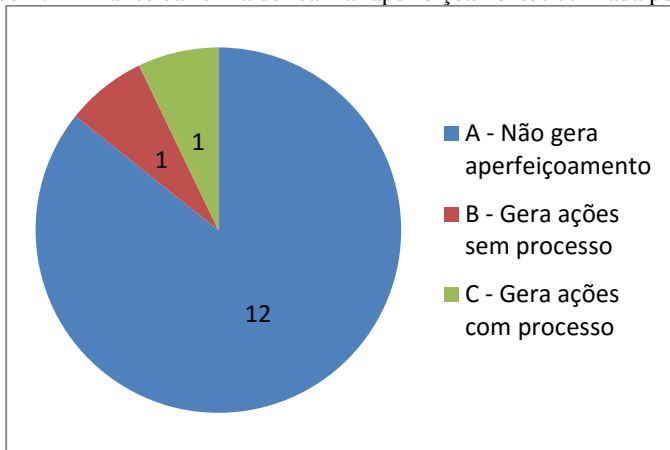
Constatou-se que 50% dos trabalhos não se preocupou em realizar o diagnóstico da situação atual, comprometendo o processo de avaliação de desempenho.

Os trabalhos de Franchetti, M., (2011), Karpoff, J. M., (2005), Fu, H. Z. et al., (2010) e Parthan, S. R. et al., (2012) apresentaram um diagnóstico, contudo não evidenciaram pontos fortes e fracos.

Dentro da amostragem, os artigos Wu, J. (2009), Mbuligwe, S. E. et al., (2006) e Nahman, A. et al., (2010) realizaram diagnóstico e evidenciaram pontos fortes e fracos que propiciaram um ganho no processo de avaliação de desempenho.

A última análise desta etapa do trabalho destaca os trabalhos que apresentaram ações que visam desenvolver o aperfeiçoamento do contexto onde a avaliação de desempenho é utilizada. Estas ações podem ser realizadas com o auxílio de um processo que hierarquiza as ações necessárias (alternativa “C”), sem processo onde não existe garantia que a ação de aperfeiçoamento que gere o maior impacto será realizada primeiro (alternativa “B”), ou ainda, trabalhos que não propõem nenhum tipo de ações de aperfeiçoamento (alternativa “A”). O resultado desta análise pode ser observado no Gráfico 17.

Gráfico 17 – Análise da forma de realizar aperfeiçoamentos utilizada pelos artigos



Fonte: Autor, 2015

A grande maioria dos artigos, 86%, não apresentou nenhum tipo de proposição de ação de aperfeiçoamento, deixando de valorizar o processo de avaliação de desempenho, que tem como objetivo aumentar o conhecimento no decisor, que necessita de informações que o auxiliem a atuar para melhorar o desempenho do contexto avaliado.

O trabalho de Nahman et al., (2010) apresentou ações de aperfeiçoamento, contudo o fez sem direcionar uma hierarquia de qual ação

deve ser realizada primeiro, não auxiliando, assim, o processo decisório. O artigo Wu, J. (2009) foi o único a propor ações de aperfeiçoamento e com processo que hierarquiza as ações que são indispensáveis para o gerenciamento.

4.1.3.2 Conclusão da Análise Sistêmica

Por meio da análise sistêmica apresentada em seis lentes para o Portfólio Bibliográfico, foi possível identificar oportunidades de pesquisa em cada uma das etapas. Cada oportunidade destacou uma lacuna existente na literatura que aborda avaliação de desempenho na gestão de resíduos industriais, no que tange aos artigos que compõem o Portfólio Bibliográfico.

Destaca-se assim que, ao se construir um modelo de avaliação de desempenho, este deve: (i) ser singular; (ii) considerar os limites de conhecimento do gestor; (iii) bem como os seus valores e preferências; (iv) atender as propriedades de operacionalização das escalas e respeitar a teoria da mensuração; (v) fazer a integração entre os níveis de referência; e, (vi) possibilitar a realização de diagnóstico da situação atual e gerar ações de aperfeiçoamento com processo hierárquico.

Por meio das conclusões obtidas pela análise sistêmica, foi possível fornecer ao pesquisador as informações necessárias para realizar uma pesquisa sobre o tema gestão de resíduos industriais. Assim, foi destacada a existência de lacunas na literatura que o autor pretende preencher por meio da presente dissertação.

Através da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C), pretende-se construir um modelo que seja singular, reconheça os limites do conhecimento do decisor, bem como os seus valores e preferências, que atenda a teoria da mensuração e realize a integração entre os vários níveis de referência, bem como tenha um processo que gere ações de aperfeiçoamento. Por estes motivos, o MCDA-C foi adotado como instrumento de intervenção para concretização deste trabalho.

4.2 PROCEDIMENTO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO

O MCDA-C tem origem no MCDA tradicional, com a finalidade de apoiar os decisores em diversas situações. Estas podem ser: complexas com variáveis qualitativas e quantitativas, que nem sempre são explícitas; conflituosas, por ocorrer divergência entre os atores pertencentes ao processo decisório que possuem preocupações diferentes do decisor; e, incertas, por não ter o conhecimento qualitativo e quantitativo sobre o contexto,

dificultando a tomada de uma decisão consciente e fundamentada, segundo os valores do decisor (ZIMMERMANN, 2000).

A diferença teórico-metodológica entre os MCDAs tradicionais (MCDA, AHP, MAUT, MAVT, SMART, entre outras) e o MCDA-C se dá pelo fato de as primeiras serem focadas em encontrar a solução ótima dentre alternativas preexistentes (CHEN; KILGOUR; HIPEL, 2008). Os primeiros possuem em sua estrutura uma etapa de formulação e outra de avaliação, com pouca ou nenhuma participação do decisor (ROY, 1996). A segunda, por sua vez, utiliza instrumentos como entrevistas abertas, *brainstorming* não estruturados, mapas de relações meio-fins e modelos de otimização, desenvolvendo no decisor um coerente conhecimento sobre o contexto decisório que lhe permite compreender as consequências de suas decisões nos critérios que ele julga importante (ENSSLIN, DUTRA, ENSSLIN, 2000; ENSSLIN et al., 2010). Sendo assim, desejado desenvolver um modelo de avaliação de desempenho que leve em conta os ideais do decisor durante todas as etapas de forma sistêmica e sistemática, foi escolhida a metodologia MCDA-C para este estudo. As etapas do processo podem ser observadas na Figura 12, de forma esquemática.

Figura 12 – Fases do MCDA-C.



Fonte: Ensslin et al. (2010)

5 ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Esta seção tem como objetivo apresentar as etapas para a construção de um modelo de avaliação de desempenho para gestão de resíduos sólidos, a qual ocorre em três fases: (i) estruturação; (ii) avaliação; e, (iii) recomendações, conforme explicitado na Figura 12.

5.1 FASE DE ESTRUTURAÇÃO

Para começar a construção do modelo, foi necessário organizar e estruturar o contexto da gestão de resíduos a partir dos aspectos mais relevantes, de acordo com o decisor. Estes elementos ficam evidenciados pelo rótulo que contém o que se busca, além de organizar e mensurar ordinalmente estes objetivos.

5.1.1 Contextualização

Este modelo foi criado para atender o sistema de gestão ambiental de uma empresa metalúrgica. A empresa possui 118 tipos de resíduos, que são divididos em 33 grupos.

A conscientização da sociedade para com esses resíduos tem feito com que esta, em seu processo de aquisição de bens e serviços, busque prestigiar aquelas organizações que favoreçam os aspectos ambientais e sociais. Essa nova dimensão é também percebida pelos gestores da metalúrgica, uma vez que seu processo produtivo gera resíduos que, se forem descartados na forma como se encontram imediatamente após o processo de produção, são potencialmente prejudiciais. O efeito de nada fazer e simplesmente descartar seus resíduos, além de comprometer a imagem da empresa e, por conseguinte, restringir o segmento de clientes, fornecedores, parceiros e colaboradores, poderá gerar, em médio prazo, uma série de processos legais.

O processo para avaliar quais são as melhores práticas utilizadas para tratar os resíduos é de responsabilidade do gestor do setor de meio ambiente, o qual não dispõe de um instrumento gerencial que lhe permita evidenciar as consequências de suas decisões quanto aos resíduos, sendo as escolhas feitas de forma intuitiva. Esse procedimento deixava o gestor do meio ambiente em situação vulnerável quanto a possíveis questionamentos. Neste contexto é que teve início o processo de construção do modelo, visando suprir ao menos parte de suas demandas quanto à gestão de resíduos. A metodologia MCDA-C inicia seu processo pela explicitação dos atores. Dessa forma, foram

identificados os responsáveis pelo processo decisório, os atores que tem poder de influenciá-lo e as pessoas que seriam afetadas por essas escolhas. O Quadro 12 ilustra o subsistema de atores envolvidos na gestão de resíduos.

Quadro 12 – Subsistema de Atores.

Stakeholders	Decisor	Gestor do Meio Ambiente
	Intervenientes	Funcionários do setor de meio ambiente
	Facilitador	Autores
Agidos		Funcionários da empresa
		Funcionários Terceirizados
		Visitantes
		Outros

Fonte: Autor, 2015

Por meio de um processo interativo de diálogos entre decisor e facilitadores, foi elaborado um rótulo que melhor representa os princípios e as preocupações do decisor em relação ao problema. O rótulo foi definido como “Gestão de Resíduos Industriais: estudo de caso para uma indústria metalúrgica”.

5.1.2 Identificação dos Pontos de Vista

Para identificar os Elementos Primários de Avaliação (EPAs), que são o conjunto de características ou preocupações que o decisor julga importantes em relação ao contexto, foi realizada uma série de entrevistas que foram gravadas, onde o decisor foi requisitado a explicar sobre o problema. Essas gravações foram analisadas e validadas junto ao decisor com a finalidade de assegurar a legitimidade dos EPAs. Como resultado das análises, foram identificados 79 EPAs, sendo os 10 primeiros e dois últimos, ilustrados no Quadro 13.

Quadro 13 – Dez Primeiros EPAs Identificados.

EPAs	Descrição
1	Desenvolver novas tecnologias
2	Obter novos equipamentos
3	Garantir um processo seletivo personalizado
4	Criar programa de capacitação profissional
5	Treinar os funcionários
6	Ter ações de responsabilidade social em compensação às atividades poluidoras
7	Manter a comunicação
8	Fidelizar os funcionários
9	Garantir que os gerentes diretos tenham uma consciência voltada para a gestão dos resíduos
10	Cumprir a legislação
[...]	[...]
78	Realizar curso de uso de restos de alimentos junto à comunidade
79	Realizar curso de Educação financeira

Fonte: Autor, 2015

Uma vez identificados os EPAs, para a metodologia MCDA-C é necessário compreender o entendimento da direção de preferência de cada um deles, juntamente com o seu oposto psicológico para saber o menor grau de aceitabilidade daquele objetivo. Para atender esse objetivo, é feita a expansão dos EPAs, obtendo um objetivo subjacente por meio de entrevistas junto ao decisor, onde é requisitado que identifique o melhor desempenho possível, o desempenho bom, o desempenho aceitável, o desempenho ruim, o pior desempenho e a performance atual, juntamente com a dificuldade que o mesmo julga necessário para passar do pior para o melhor caso. Essa intensidade será retratada no verbo utilizado na construção do conceito. O Quadro 14 exhibe os Conceitos para os 10 primeiros e dois últimos EPAs, onde as reticências devem ser lidas como "ao invés de" ou "é preferível a" e significam o oposto psicológico. Os demais EPAs juntamente a seus conceitos podem ser observados no Apêndice A.

Quadro 14 – Dez Primeiros Conceitos.

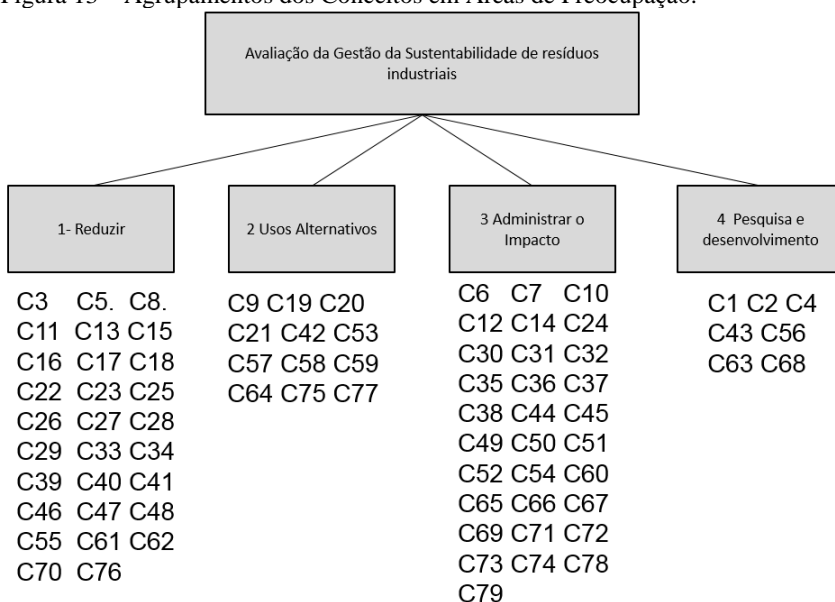
Conceito	Descrição
C 1	Desenvolver novas tecnologias...Manter processos que geram mais resíduos.
C 2	Obter novos equipamentos...Manter equipamentos que geram mais resíduos.
C 3	Garantir um processo seletivo personalizado...Receber funcionários sem consciência sobre gestão de resíduos.
C 4	Criar programa de capacitação profissional...Ignorar a oportunidade de melhorar os funcionários.
C 5	Treinar os funcionários...Ter funcionários que gerem mais resíduos.
C 6	Ter ações de responsabilidade social em compensação as atividades poluidoras...Apresentar a empresa perante a sociedade como poluidora.
C 7	Manter a comunicação...Proporcionar espaço para boatos.
C 8	Fidelizar os funcionários...Ter funcionários alheios a melhorias.
C 9	Garantir que os gerentes/diretos tenha uma consciência voltada para a gestão dos resíduos...Livrar-se dos resíduos, pois não são de sua responsabilidade.
C 10	Cumprir a legislação...Receber multas/piorar imagem da organização.
[...]	[...]
C 78	Realizar curso de uso de restos de alimentos junto à comunidade... Apresentar uma imagem de poluidora.
C79	Realizar curso de Educação financeira...Ignorar desenvolver funcionários comprometidos com redução

Fonte: Autor, 2015

Tendo definido os conceitos, a etapa seguinte consiste em agrupá-los em conjuntos que possuem uma estratégia equivalente. Assim, em conjunto com o decisor, foi identificado em quais grupos semelhantes os EPAs se encaixavam. Esses grupos são chamados de Áreas de Preocupação e representam os valores e propriedades do contexto (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000). As áreas devem ser nomeadas de forma a melhor representar o conjunto de conceitos pertencentes a ela. A Figura 13 apresenta em seu topo um quadro que possui o nome retirado do rótulo de maneira simplificada, seguido das quatro áreas de preocupação. A primeira área de

preocupação representa EPAs que visam reduzir a quantidade de resíduos, na segunda os EPAs pretendem transformar resíduos em novos insumos, a terceira é composta por EPAs que visam diminuir o impacto dos resíduos e o último, envolve EPAs que visam desenvolver novos entendimentos para com os resíduos por meio de pesquisas internas ou externas a organização por intermédio de parceria com universidades entre outras ações. Abaixo dos quadros das áreas de preocupação encontram-se os EPAs que se enquadram nesta categoria.

Figura 13 – Agrupamentos dos Conceitos em Áreas de Preocupação.



Fonte: Autor, 2015

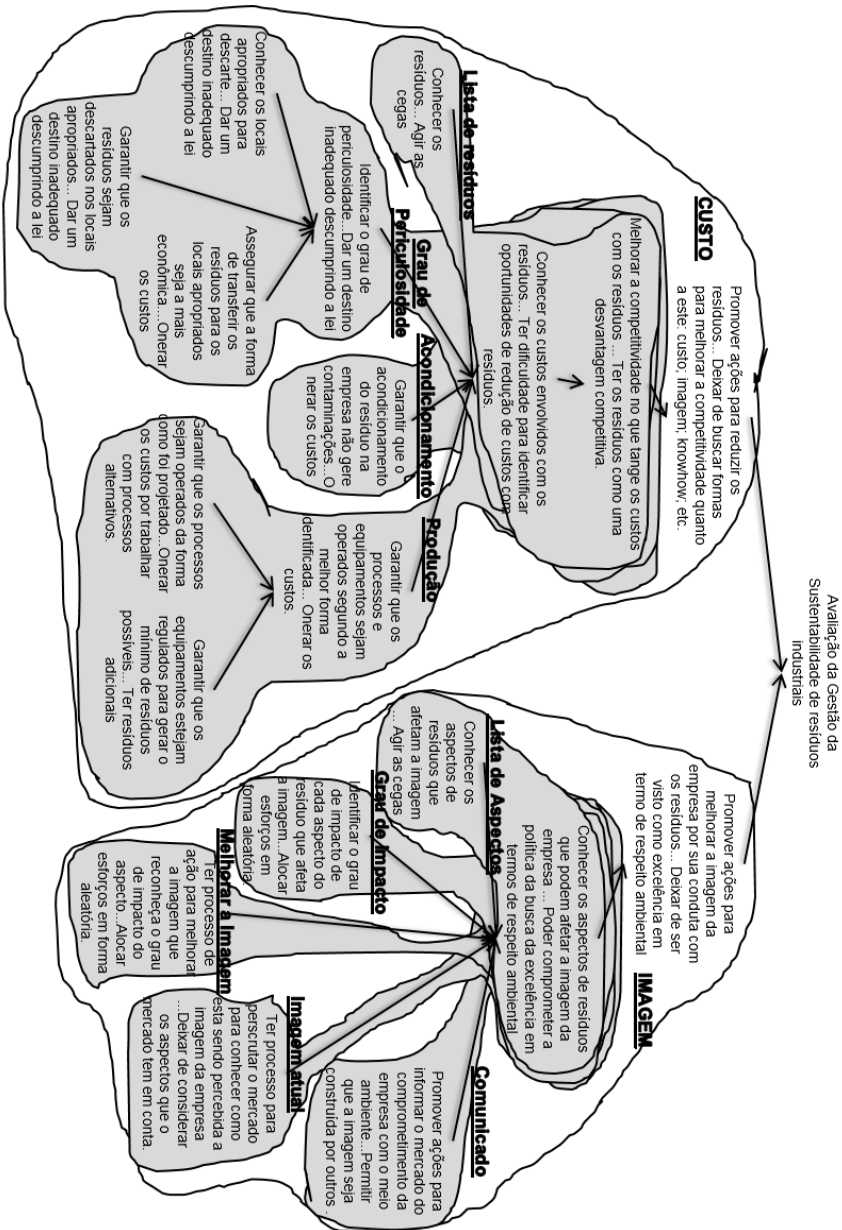
5.1.3 Mapas Meio-fins e árvore de pontos de vista fundamentais.

A partir das Áreas de Preocupação, com os conceitos classificados, a metodologia MCDA-C expande o seu entendimento por meio de relações de hierarquia e de influência entre os conceitos. Para tal, utiliza mapas de relações meios-fins (ENSSLIN; DUTRA; ENSSLIN, 2000), onde é feita a construção de um caminho entre conceitos que não podem ser medidos até

algo concreto que posteriormente será transformado em descritores com escalas específicas. Durante o processo de construção dos mapas de relação meios-fins, pode surgir a necessidade de incluir novos conceitos que não foram identificados, anteriormente.

Para facilitar a construção e o entendimento, é feita uma separação em mapas menores que são denominados Clusters. Os Clusters são compostos pelo agrupamento de conceitos que representem a mesma preocupação pelo decisor, de modo que esses não sofram influência de outros Clusters. Cada Cluster recebe o nome que melhor representa o foco de interesse do decisor. A Figura 14 ilustra o Mapa Meios-Fins para os Clusters Custo e Imagem.

Figura 14 - Mapa Meios-Fins para os Clusters Custo e Imagem



Tomando como exemplo o Cluster Custo, no topo da Figura 14, pode-se observar o conceito: “Promover ações para reduzir os resíduos... Deixar de buscar formas para melhorar a competitividade quanto a este: custo; imagem; know-how, etc.”. Esse elemento representa o ideal que o Cluster pretende atender. Contudo, não são claros quais caminhos devem ser seguidos para se atingir a redução de resíduos.

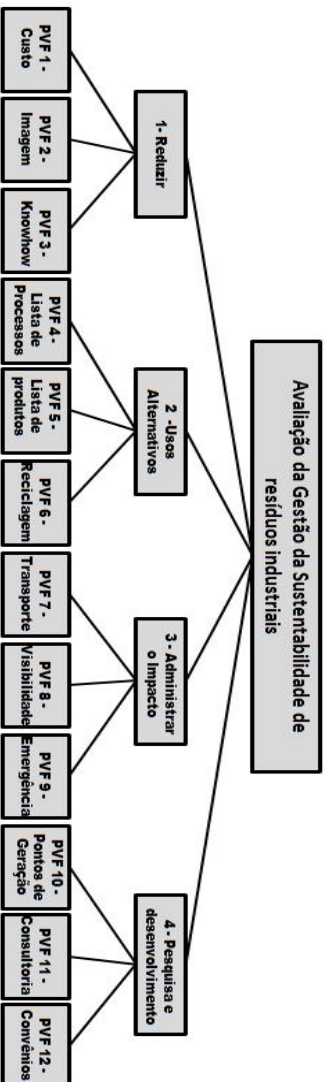
Esse conceito foi destrinchado em outros quatro itens: lista de resíduos, grau de periculosidade, acondicionamento e produção. Quando somados os quatro elementos, segundo a visão do decisor, atendem o que se pretende avaliar no conceito inicial. Neste ponto já é possível identificar dois conceitos, lista de resíduos e acondicionamento, que já têm caráter mensurável e irão se tornar descritores com uma escala, podendo essa ser definida por porcentagem, quilos, litros, entre outras, que irá direcionar as ações dentro da gestão de resíduos industriais.

Destacando que os conceitos que não apresentam caráter mensurável serão subdivididos em outros níveis menores até o momento em que todos os conceitos tenham uma visão clara do que se pretende observar na realidade. Essa situação pode ser observada na Figura 14, no conceito grau de periculosidade, que foi separado em outros três conceitos.

Ao serem construídos os Clusters, devem ser feitos testes iniciais para garantir que eles representem aspectos do contexto de forma a serem essenciais, controláveis, completos, mensuráveis, operacionais, isoláveis, concisos, compreensíveis e não-redundantes (KEENEY, 1992; ENSSLIN, MONTIBELLER, NORONHA, 2001; ROY, 2005). Após concluir todos os mapas, os nomes dos Clusters, ao migrarem para a estrutura hierárquica de valor, recebem a denominação de Ponto de Vista Fundamental (PVF).

A junção do rótulo Áreas de Preocupação que foram ilustradas na Figura 13 e respectivos PVFs recebe o nome de Estrutura Hierárquica de Valor. Os dois primeiros PVF, custo e imagem, foram visualizados no mapa meios-fins evidenciado na Figura 14. O mesmo processo foi realizado para os demais PVF pertencentes ao modelo. Pode-se observar, na Figura 15, o modelo construído para o estudo de caso, com os demais PVF.

Figura 15 – Estrutura Hierárquica de Valor



Fonte: Autor, 2015

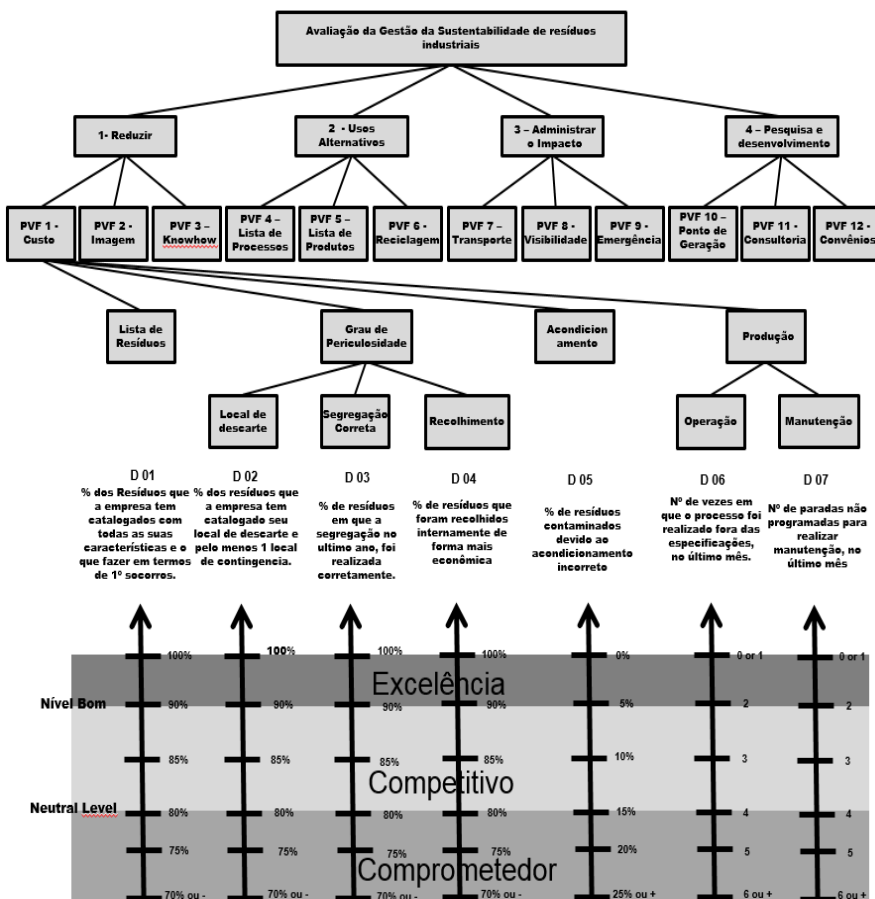
5.1.4 Estrutura Hierárquica de Valor e descritores

A etapa seguinte consiste em analisar os subclusters nos Mapas Meios-fins, tendo em vista que os PVFs são demasiadamente abrangentes. Esse processo de decomposição continua até que todos os PVFs tenham um subcritério que representa uma propriedade do contexto que possa ser mensurada de forma não ambígua e objetiva. Esses subcritérios recebem a denominação de Pontos de Vista Elementares (PVEs).

Uma vez construídos todos os PVEs, a metodologia MCDA-C propõe a construção, por meio de um processo iterativo com o decisor, de escalas ordinais, de forma que essas sejam as que melhor representem aquilo que ele julgar relevante. Essas escalas são denominadas descritores. O decisor deve identificar nos descritores dois pontos: nível bom, onde, acima desse, a performance é considerada excelente; e nível neutro, onde, abaixo desse, o desempenho é comprometedor. Os valores entre esses níveis possuem um desempenho competitivo (ROY, 2005).

A Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF Custo, com seus PVEs e descritores correspondentes, pode ser observada na Figura 16.

Figura 16 – Estrutura Hierárquica de Valor para o PVF1 – Custo, com os PVEs e Descritores.



Fonte: Autor, 2015

Observando o primeiro descritor, denominado D 01, pode-se notar a semelhança com o item “Lista de resíduos” no mapa Meios-fins ilustrado na Figura 14. A modificação do texto foi realizada para atender a perspectiva do decisor quando se refere a listar os resíduos no contexto do PVF - Custo, dentro da área de preocupação reduzir. O mesmo processo foi realizado para obter os demais descritores.

Após a construção dos descritores, os mesmos devem ser verificados quanto à independência de preferência mútua. Esta etapa tem como

finalidade verificar se algum descritor sofre influência, mesmo que indireta, quando outro varia. No presente trabalho, todos os descritores foram considerados independentes. Caso algum descritor sofresse influência, deveria ser realinhado para eliminar esta dependência.

Após concluir a construção da Estrutura Hierárquica de Valor com seus descritores e verificada sua independência preferencial, tem-se o entendimento do contexto de forma não numérica. A próxima seção irá abordar a transformação das escalas ordinais em cardinais.

5.2 FASE DE AVALIAÇÃO

As escalas ordinais são suficientes para avaliar o contexto do problema em forma qualitativa, uma vez que as representações numéricas dos níveis das escalas são símbolos numéricos e não números do conjunto dos números reais (\mathfrak{R}). Assim, é equivocado utilizá-los para qualquer função que envolva operações numéricas.

A transformação de escalas ordinais em cardinais pode ser feita por vários métodos, tais como: Pontuação Direta, Bissecção, *MACBETH*, dentre outras (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001). Como delimitação do trabalho, foi utilizado o método *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique – MACBETH*, que utiliza juízo absoluto sobre a diferença de atratividade entre duas alternativas para fazer a transformação de escalas ordinais em cardinais. Assim, foi necessária novamente a participação do decisor para conhecer a diferença de atratividade entre os níveis de cada descritor.

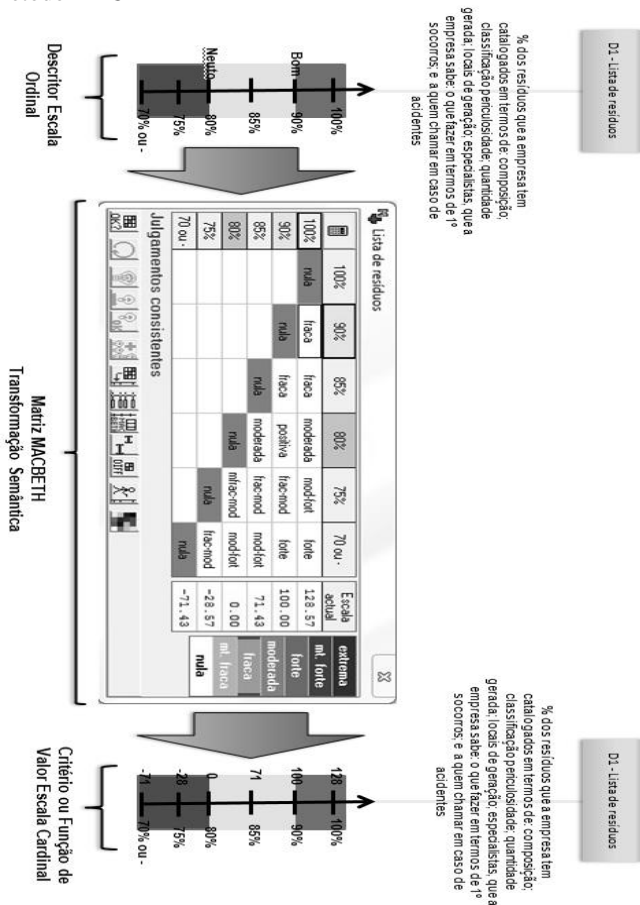
5.2.1 Funções de Valor

Para realizar a transformação de escalas ordinais em cardinais, o método *MACBETH* consiste em solicitar ao decisor para expressar a diferença de atratividade entre duas alternativas potenciais “a” e “b”, com base em sete categorias semânticas, sendo essas: nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema. Após realizar a análise entre todos os valores, é necessário estabelecer o nível de ancoragem superior ou bom (100) e o inferior ou neutro (0), transformando a escala em uma Escala de Intervalos Ancorada, destacando que o nível de atratividade superior e inferior terão igual grau de atratividade para todos os outros descritores e para todas as funções de valor a mesma pontuação numérica, ou seja, 100 e 0.

Sendo realizadas essas etapas, o *MACBETH* irá criar uma escala numérica (cardinal) correspondente aos descritores (ordinal), que será

denominada Função de Valor. A Figura 17 apresenta o processo de transformação completo, para o descritor 1, denominado Lista de resíduos, com a escala ordinal no lado esquerdo da imagem e sua escala cardinal já incorporada ao descritor no lado direito da imagem.

Figura 17 – Transformação do descritor Lista de Resíduos em Função de Valor por meio do Método *MACBETH*



Fonte: Autor, 2015

Considerando a Figura 17, a análise inicia com a comparação entre a alternativa “90%” em comparado com a opção “100%”. Em conjunto com o decisor, foi definido que a diferença de atratividade é fraca, realizando o

mesmo processo, só que comparando com 85% obtém-se a mesma resposta. Para a comparação com 80% ocorreu uma mudança de atratividade para o decisor, sendo esta fixada em moderada. Estas análises irão ocorrer de forma que o 90% seja comparado com todas as demais alternativas e o mesmo processo irá ocorrer para os demais itens.

Uma vez sendo completadas as análises, conforme descrito anteriormente, foi fixado o valor de nível Bom, este obtendo uma escala cardinal de 100, e um valor de nível Neutro, este recebendo valor na escala cardinal como 0. Para o descritor 1, Lista de Resíduos, as alternativas 90% e 80% receberam os níveis de ancoragem superior e inferior respectivamente.

Após realizar a construção da Função de Valor para todos os descritores, o decisor terá disponível o entendimento para realizar a mensuração cardinal dos aspectos operacionais do modelo, necessitando agora obter informações estratégicas (Pontos de Vista Fundamentais) e táticas (Pontos de Vista Elementares intermediários). A próxima etapa da metodologia MCDA-C tem como objetivo integrar as escalas cardinais já criadas.

5.2.2 Taxas de substituição

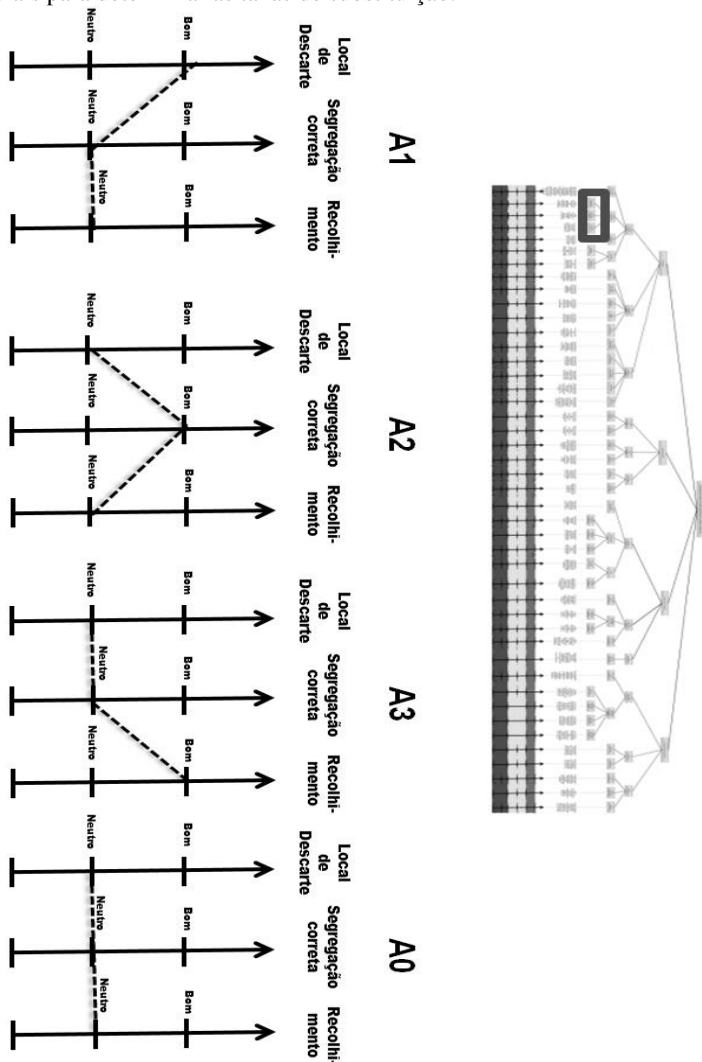
Esta etapa consiste em agregar as avaliações locais de cada critério em uma avaliação global que possibilite orientar as práticas dentro da gestão de resíduos, com o objetivo de priorizar as ações que gerem melhores resultados. Como na fase anterior, a integração das escalas cardinais é feita par a par, com o *MACBETH* recebendo o nome de taxas de substituição ou de compensação.

Ao se iniciar o processo, procura-se identificar a parte da estrutura hierárquica em que se deseja definir as taxas de substituição, sendo que o processo a seguir será realizado com todos os grupos que ocupam um mesmo nível. Para esse exemplo, usar-se-á o PVE Grau de Periculosidade (parte superior da Figura 16), já que possui três descritores, o descritor Lista de resíduos por se encontrar em um nível anterior, pensando do ponto de vista do mapa meio-fim (Figura 14), ele está mais próximo do todo que os três supracitados, assim, devem ser abordados posteriormente. Para obter a taxa de substituição, é necessário identificar a preferência (ordinal) do decisor, onde as alternativas, para o PVE grau de periculosidade, são ilustradas na Figura 18. Estas alternativas ilustradas na Figura 18 como “A1”, “A2” e “A3” consistem em manter o nível Bom para uma e o nível Neutro para as demais, somando-se a alternativa, “A0”, onde todos descritores estão no nível Neutro.

Por exemplo, ainda falando da Figura 18 para alternativa “A1”, foi considerado o status bom para o descritor Local de Descarte e neutro para os

descritores Segregação Correta e Recolhimento. Para a alternativa “A2”, o nível Bom foi fixado na segregação correta e os demais ficando no nível Neutro e assim por diante, destacando que na última alternativa todos os pontos são fixados no nível Neutro.

Figura 18 – Destaque para os PVEs do Grau de Periculosidade e Alternativas potenciais para determinar as taxas de substituição.



Fonte: Autor, 2015

Tendo identificado as alternativas na Figura 18, procura-se ordená-las utilizando a Matriz de Roberts (Quadro 15), onde o decisor irá determinar o grau de preferência entre duas alternativas, marcando o valor 1 para a que tiver maior importância, e zero para de menor importância. Ao final, realiza-se o somatório dos valores, determinando a ordem conforme o valor da soma.

Quadro 15 – Matriz de Roberts da Comparação dos PVEs do Grau de Periculosidade.

	A1	A2	A3	A0	Soma	Ordem
A1		0	0	1	1	3
A2	1		1	1	3	1
A3	1	0		1	2	2
A0	0	0	0		0	0

Fonte: Autor, 2015

Seguindo a dinâmica de comparar o grau de preferência entre todos os pares, inicia-se o processo fixando a alternativa “A1” e realizando o questionamento para o decisor sobre a sua preferência entre este e o item “A2”, seguido do “A3” e “A0”. A opção fixada somente se mostrou mais vantajosa em comparação ao item “A0”, cujas opções estão todas em nível Neutro. Assim, a alternativa “A1” apresenta uma soma de 1 ponto de preferência. O mesmo processo é realizado para todas as opções até que todas sejam avaliadas.

Ao final, as alternativas que apresentarem maior soma são vistas como mais desejadas a serem obtidas. Assim, sua contribuição é maior na perspectiva do decisor, por isso ficam no topo da escala. Para o exemplo em questão, a ordem, explicitada no Quadro 15, ficou definida como, “A2” seguido de “A3” e “A1”.

Após ordenar as alternativas, é utilizada a mesma lógica das etapas anteriores. Ao introduzir as informações no software *MACBETH*, obtêm-se as taxas de substituição, como observado na Figura 19.

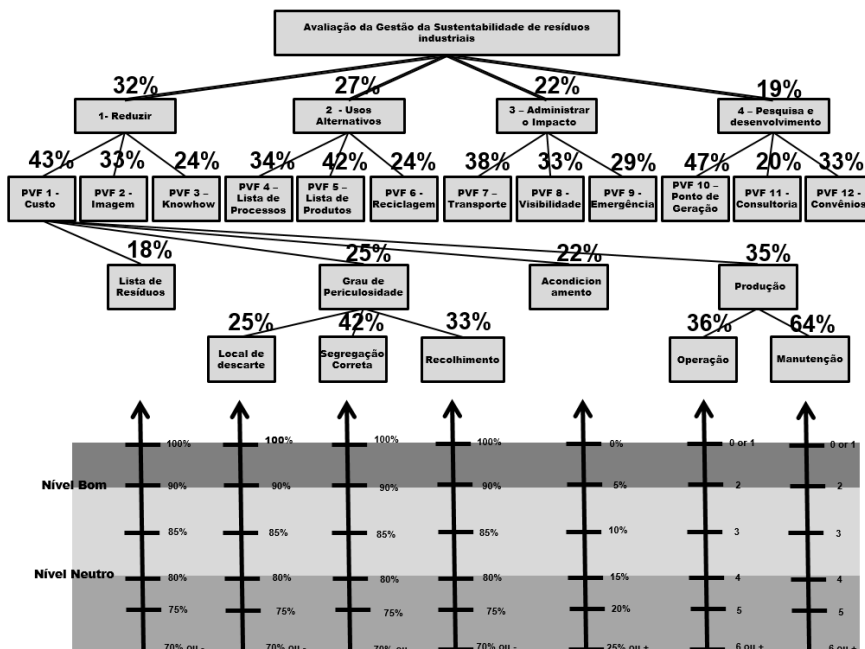
Figura 19 – Taxas de substituição calculadas pelo *M-Macbeth* para os PVEs do Grau de Periculosidade.



Fonte: Autor, 2015

O mesmo procedimento deve ser realizado para todas as estruturas hierárquicas, obtendo-se, assim, a integração entre as escalas cardinais. A Figura 20 apresenta a Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição para a Áreas de Preocupação 1 - Reduzir.

Figura 20 – Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição.



Fonte: Autor, 2015

Pode-se observar os valores obtidos na Figura 19 para as alternativas “A1”, “A2” e “A3” respectivamente nos descritores Local de Descarte, Segregação Correta e Recolhimento. O modelo completo pode ser observado no Apêndice B.

5.2.3 Avaliação global e perfil de impacto da situação atual

Nesta etapa é formado o modelo global pela soma das equações para cada PVF. A equação (1) apresenta a forma genérica para os PVF.

$$V_{FVPk}(a) = \sum_{i=1} W_{i,k} * V_{i,k}(a) \quad (1)$$

$V_{FVPk}(a)$: valor global da ação a do PVF $_k$ para $k = 1, \dots, m$;

$V_{i,k}(a)$: valor parcial da ação a no critério i, $i = 1, \dots, n$, do PVF_k, para ; $k = 1, \dots, m$;

a : nível de impacto da ação a;

$W_{i,k}$: taxas de substituição do critério i, $i = 1, \dots, n$, do PVF_k, para ; $k = 1, \dots, m$;

n_k : número de critérios do PVF_k para $k = 1, \dots, m$;

m : número de PVFs do modelo.

A equação (3), que será apresentada a seguir, corresponde a equação referente a Áreas de Preocupação 2 - Usos Alternativos. Esta área de preocupação contempla os PVF 4,5 e 6, denominados respectivamente como: Lista de processos, Lista de produtos e Reciclagem.

Para se obter a taxa referente aos PVF 4, 5 e 6, é necessário multiplicar o seu valor pela taxa pertencente à área de preocupação a que esses PVF pertencem. Como pode ser observado na Figura 20, o PVF 4 possui uma taxa de 34%. Este valor deve ser multiplicado pela taxa proveniente da Área de Preocupação 2, que é igual a 27%, resultando no total de 9% que será a taxa do Ponto de Vista Fundamental. O mesmo processo sendo realizado para os demais PVF gerando a equação (2)

$$V_{FVP(4,5,6)} = 0.09 * PVF_4(a) + 0.11 * PVF_5(a) + 0.07 * PVF_6(a) \quad (2)$$

Por meio da equação 1 é possível gerar as equações referentes aos PVF 4, 5 e 6 que podem ser observadas abaixo.

$$PVF_4(a) = 0.4 * \{V1.4(a)\} + 0.6 * \{V2.4(a)\}$$

$$PVF_5(a) = 0.5 * \{V1.5(a)\} + 0.5 * \{V2.5(a)\}$$

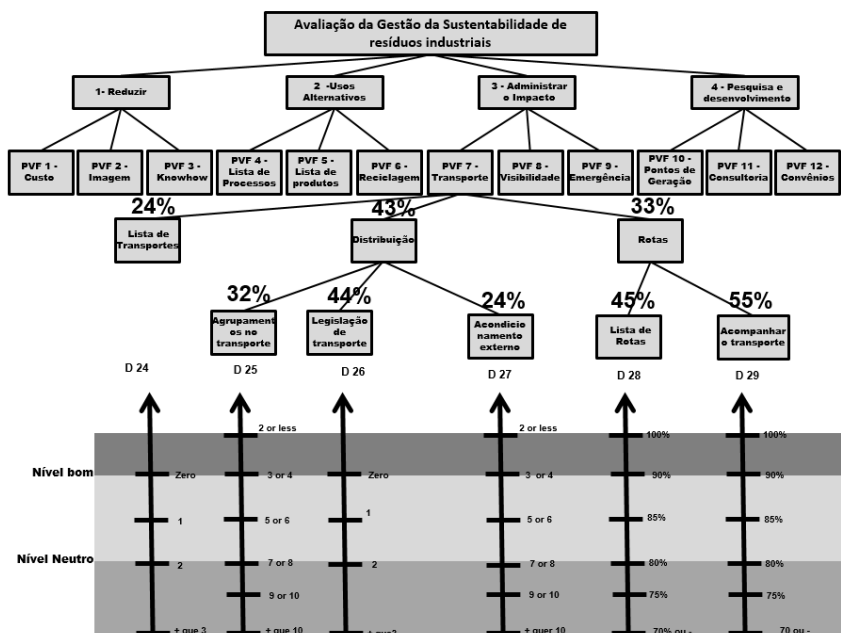
$$PVF_6(a) = 0.63 * \{V1.6(a)\} + 0.37 * \{V2.6(a)\}$$

Substituindo as equações referentes aos PVF na equação (2) anteriormente citada, obtém-se a equação (3).

$$V_{PVF(4,5,6)} = 0.09 * (0.4 * \begin{Bmatrix} 100 \\ 0 \\ -66 \end{Bmatrix} + 0.6 * \begin{Bmatrix} 10 \\ 0 \\ -66 \end{Bmatrix}) + 0.11 * (0.5 * \begin{Bmatrix} 175 \\ 100 \\ -50 \end{Bmatrix} + 0.5 * \begin{Bmatrix} 128 \\ 100 \\ -71 \end{Bmatrix}) + 0.07 * (0.63 * \begin{Bmatrix} 150 \\ 100 \\ -66 \end{Bmatrix} + 0.37 * \begin{Bmatrix} 150 \\ 100 \\ -50 \end{Bmatrix}) + 0.37 * \begin{Bmatrix} 150 \\ 100 \\ -50 \end{Bmatrix} \quad (3)$$

Para exemplificar, tem-se o PVF 7 Transporte, cujas taxas de substituição podem ser observadas na Figura 21.

Figura 21 – Taxas de Substituição do PVF7 - Transporte



Fonte: Autor, 2015

Seguindo o mesmo raciocínio apresentado anteriormente, pode-se ilustrar a equação (4), que representa o modelo para o PVF 7 - Transporte.

$$V_{FVP(7)} = 0.24 * V(\text{Lista de Transporte}) + 0.43 * (0.32 * V(\text{Agrupamento no Transporte}) + 0.44 * V(\text{Legislação de Transporte}) + 0.24 * V(\text{Acondicionamento externo})) + 0.33 * (0.45 * V(\text{Lista de Rotas}) + 0.55 * V(\text{Acompanhar o Transporte})) \quad (4)$$

Para a obtenção da equação global do modelo global deve ser

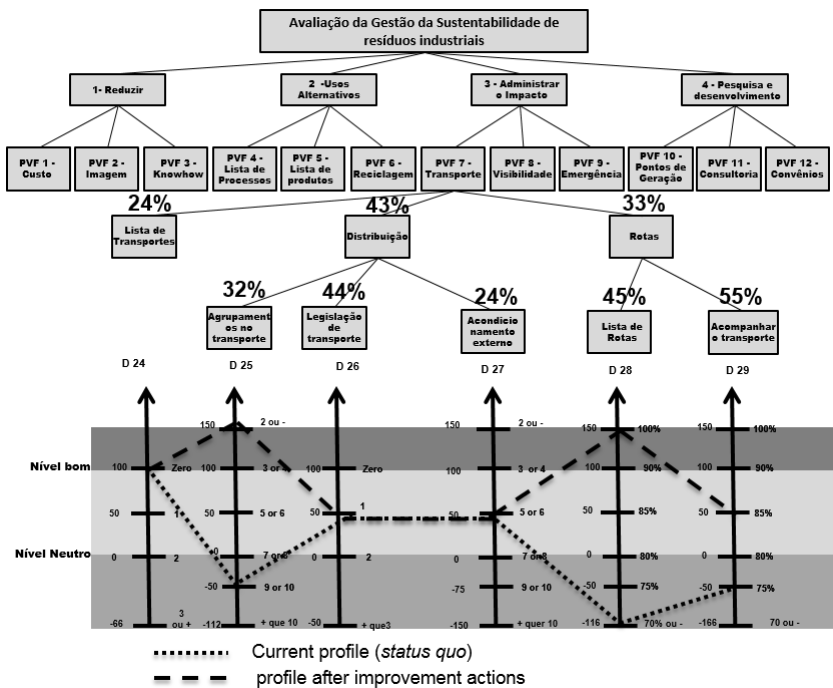
incluído as partes das demais áreas de Preocupação incluindo todos os PVFs. Repetindo o processo para os demais PVFs, tem-se o modelo global explicitado, que pode ser observado no Apêndice B.

5.3 FASE DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES

Uma vez concluído o modelo global, tem início a etapa de recomendações da metodologia MCDA-C, tendo como objetivo identificar maneiras de melhorar o desempenho da gestão, assim como, os desdobramentos dessas modificações no valor global da equação (1), gerando o conhecimento no decisor de quais ações têm o maior ganho. Salientando que essa etapa não possui caráter prescritivo para determinar a ação que deve ser realizada, mas sim de apoiar o processo decisório por meio do entendimento das consequências das ações.

Inicialmente, é necessário identificar os PVFs onde se deseja aperfeiçoar a performance. Na Figura 22 é ilustrado o *status quo* para o PVF7 - Transporte, evidenciando que os PVEs Agrupamentos no transporte, D25; Lista de Rotas, D 28; e Acompanhar o transporte, D29, possuem um desempenho comprometedor em comparação aos demais. Sendo assim, são os primeiros candidatos a serem aperfeiçoados. Nesse exemplo, supõe-se que os desempenhos desses descritores sejam modificados para a situação proposta na figura por meio de ações que serão abordadas posteriormente. Uma vez sendo identificadas ações que aumentem o desempenho desses, pode-se partir para aperfeiçoar outras situações.

Figura 22 – Status quo do PVF7 - Transporte antes e depois de aplicar Ações de Melhoria.



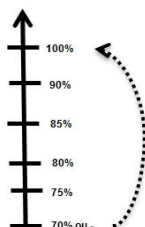
Fonte: Autor, 2015

Após escolher o PVE que tem como objetivo melhorar o desempenho, o decisor, em conjunto com os atores envolvidos na atividade em questão, devem observar o descritor e o perfil atual com o intuito de gerar alternativas para melhorar o impacto no PVE. Para atingir a mudança do *status quo* para a melhoria proposta na imagem anterior, como exemplo, são sugeridas algumas ações para com o descritor D28 - PVE - Lista de Rotas, que podem ser observadas na Figura 23, lembrando que o mesmo processo pode ser realizado para os demais descritores.

Figura 23 – Alteração na performance no Descritor (D28) PVE - Lista de Rotas.

Descritor (D28) - PVE - Lista de Rotas

% de resíduos catalogados que necessitam ser transportados e têm processo para definir suas rotas definidas.



- Criar procedimento para verificar a necessidade de transporte e processo para definir sua rota.
- Divulgar em reuniões do Meio Ambiente a lista de resíduos que necessitam de transporte e processo para definir rota.
- Reuniões com as empresas transportadoras para auxiliar nos processos de definição de rotas.
- Fiscalização junto as guaritas em veículos que transportam resíduos com o objetivo de identificar seus resíduos e suas rotas.

Fonte: Autor, 2015

Por meio destas quatro ações identificadas, é possível melhorar a performance do PVE - Lista de Rotas de "70% ou -" para "100%". Seguindo o mesmo processo para os demais PVE pertencente ao PVF 7 - Transporte, pode-se chegar ao cenário apresentado na Figura 22.

Utilizando a equação (4), ou mesmo a equação global, uma vez que somente ocorreu mudança nos descritores mencionados e por consequência irá gerar o mesmo resultado, é possível quantificar a performance de ambas as situações.

Situação referente ao *status quo* apresentado na Figura 22.

$$PVF7 = 0.24 \cdot \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \end{pmatrix} + 0.43 \cdot (0.32 \cdot \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -112 \end{pmatrix} + 0.44 \cdot \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.24 \cdot \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -75 \\ -150 \end{pmatrix}) + 0.33 \cdot (0.45 \cdot \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -116 \end{pmatrix} + 0.55 \cdot \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -166 \end{pmatrix}) = 5,44$$

Situação referente ao cenário após ações de aperfeiçoamento apresentado na Figura 22:

$$\text{PVF7} = 0.24 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \end{pmatrix} + 0.43 * (0.32 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -112 \end{pmatrix} + 0.44 * \begin{pmatrix} 100 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.24 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -75 \\ -150 \end{pmatrix} + 0.33 * (0.45 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -116 \end{pmatrix} + 0.55 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ -166 \end{pmatrix}) = 90,61$$

Referente às pontuações apresentadas nas equações anteriores, apesar de as mesmas não apresentarem unidade, entende-se que, quanto maior for o número, maior será o diferencial competitivo da gestão de resíduos, segundo a percepção do decisor. Assim, como a pontuação do cenário após aperfeiçoamento apresenta pontuação de 90,61, e o *status quo* pontuação de 5,44, é possível afirmar que houve um aumento no diferencial competitivo.

A pontuação máxima é obtida quando todos os descritores obtiverem melhor performance possível e a mínima, seu oposto. Para o PVF 7 - Transporte, a pontuação máxima e mínima são “+119,08” e “-103,54” respectivamente. Assim, a etapa de recomendação na metodologia MCDA-C possibilita ao decisor o conhecimento sobre onde deve atuar, geração de ações e consequência quando as ações forem implantadas.

Realizando o processo para os demais PVFs, irá ajudar a construir o conhecimento no decisor e seus intervenientes, com a finalidade de identificar as ações que atendam a seus objetivos.

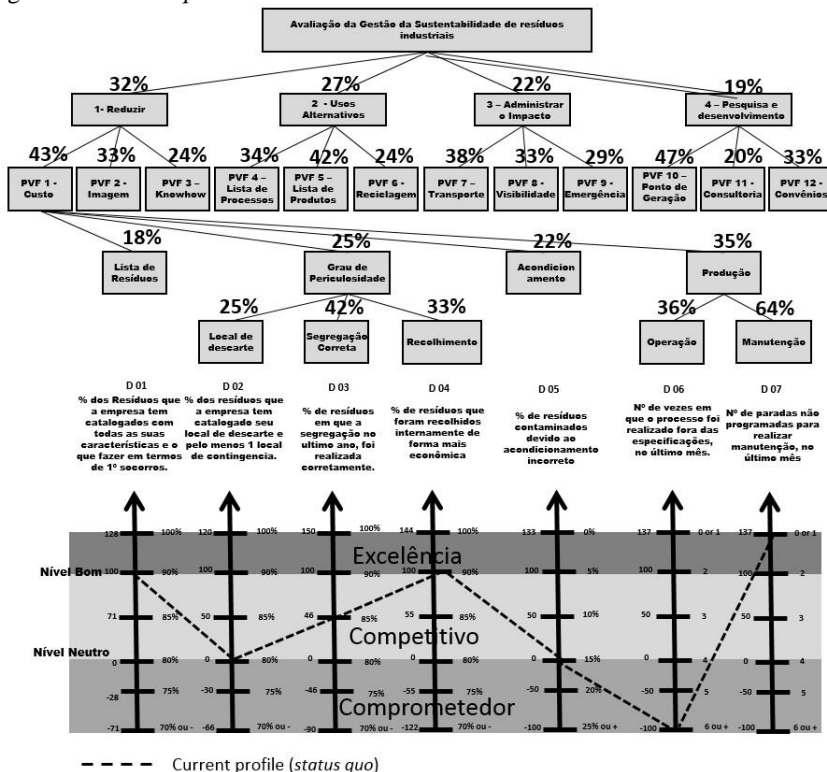
5.4 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Uma vez finalizadas todas as etapas do MCDA-C, torna-se importante destacar as oportunidades para o aumento de conhecimento do decisor sobre a gestão de resíduos sólidos. As oportunidades surgem ao analisar o nível atual da organização – *status quo* – no modelo criado, de modo semelhante à etapa de elaboração de recomendações. O modelo global, juntamente ao *status quo* da organização, pode ser observado no Apêndice B.

As análises nos descritores ocorrem com o intuito de promover um impacto numérico positivo na equação geral do modelo. A análise é realizada para o PVF 1 (Custo) e PVF 10 (Ponto de Geração), de modo a ilustrar o apoio à decisão propiciado pelo modelo criado.

Para o primeiro PVF, ao observar a situação atual, a pontuação numérica obtida pelo modelo, por meio da equação do PVF 1, totaliza “49,17”. O status quo do PVF1 pode ser observado na Figura 24.

Figura 24 – Status quo do PVF1 - Custo



Fonte: Autor, 2015

A reação natural ao observar a Figura 24, é escolher o descritor D06, intitulado Operação, a ser aperfeiçoado, tendo em vista que este apresenta o nível mais baixo se comparado aos demais em sua escala ordinal. A confirmação desta impressão é realizada ao utilizar a equação referente ao PVF 1, que considera a escala cardinal, alterando o nível do indicador para a posição mais elevada e mantendo-se os demais constantes.

O D06 apresenta seis níveis em sua escala, estando atualmente no último nível. Considerando uma mudança para o nível mais elevado, a pontuação da equação será “79,03”. Ao realizar o mesmo procedimento para os demais descritores, foi constatado que a impressão inicial irá promover o maior ganho numérico. Contudo, ao verificar a pontuação do descritor D05, intitulado Acondicionamento, que também apresenta seis níveis em sua escala - e está atualmente no terceiro - ao ser modificado para o sexto,

apresentou pontuação de “78,43”, modificando em três níveis sua posição e apresentando pontuação semelhante. A evidenciação da diferença numérica entre as ações a serem realizadas destaca a importância em utilizar as equações para o apoio à decisão.

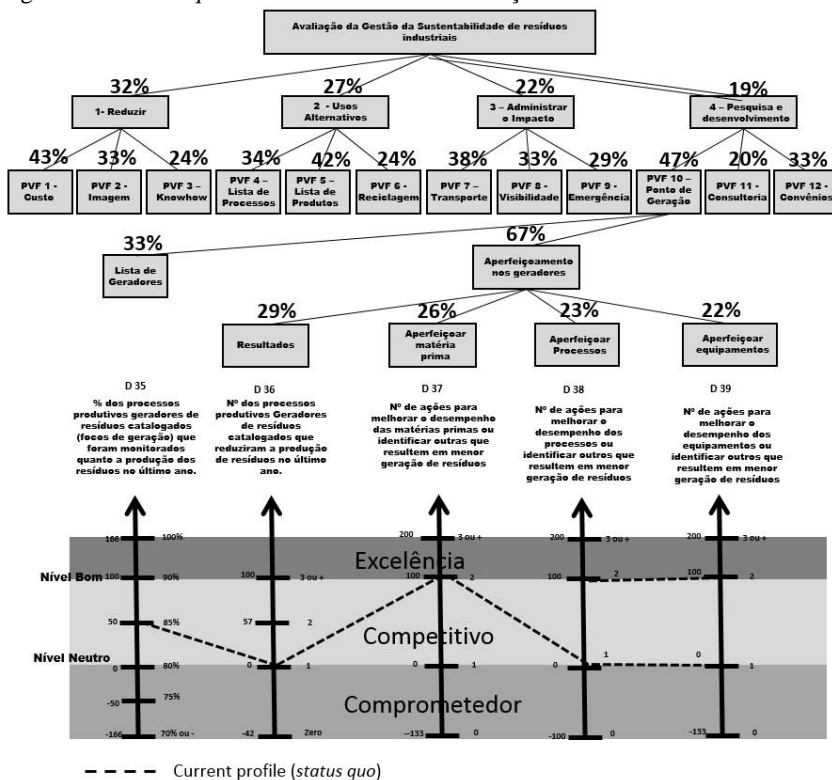
Assim, tendo em vista a proximidade das pontuações, avaliar o grau de dificuldade de implantação das melhorias e os impactos econômicos torna-se necessário. Tanto o D06 como o D05 têm seu desempenho comprometidos devido a problemas de atuação dos funcionários; o primeiro, quanto ao processo de produção realizado fora das especificações e, o segundo, em relação ao acondicionamento dos resíduos.

Os dois descritores têm seus desempenhos comprometidos por fatores semelhantes. Estes problemas podem ser solucionados por meio de uma capacitação focada na operação/controle do processo de produção e o acondicionamento dos resíduos gerados. Contudo, ao resgatar Brollo e Silva (2001), destaca-se o obstáculo em realizar uma mudança de cultura que, ao ser enfrentado e superado, promoverá uma modificação no cenário atual, totalizando uma pontuação de “108,29”, ou seja, um aumento de “59,12”

Assim, com base nas informações supracitadas, é possível afirmar que, ao realizar a modificação do estado atual destes descritores, apesar da dificuldade a ser enfrentada na mudança cultural, a organização terá um ganho expressivo. Este ganho é maximizado pela identificação das ações prioritárias que são justificadas pelo modelo criado.

A análise para o PVF 10 segue de forma semelhante à anterior, com pontuação numérica obtida pelo modelo do PVF 10 totalizando “33,92”. Ao analisar a *status quo* para o ponto de geração – presente na Figura 25 –, seguindo o mesmo raciocínio do PVF 1, o natural é escolher inicialmente os descritores D36, D38 ou D39 para serem desenvolvidos, uma vez que estes apresentam nível mais baixo na escala ordinal. Novamente, utiliza-se a equação, desta vez a referente ao PVF 10, para verificar se esta impressão inicial é verdadeira. Os três descritores, ao terem seu desempenho aperfeiçoado, obtiveram pontuação, respectivamente, de “53,35”, “64,74” e “63,4”.

Figura 25 – Status quo do PVF10 – Ponto de Geração



Fonte: Autor, 2015

De modo a realizar uma análise completa do PVF 10, os demais descritores também foram verificados quanto ao seu aperfeiçoamento. Esta busca evidenciou que o D35, intitulado Lista de Geradores, ao ser aperfeiçoado, promoverá uma pontuação de “72,2”. O descritor aborda a verificação dos pontos de geração de resíduos. A ação de aperfeiçoamento é realizada de modo que todos os pontos de geração sejam monitorados quanto às quantidades geradas.

Este segundo caso evidencia a necessidade de promover múltiplos cenários de melhoria para a tomada de decisão, já que impressões iniciais podem não ser assertivas. A geração de múltiplos cenários consolida o objetivo do modelo de avaliação de desempenho criado, ou seja, por meio de prospecção de cenários, aumentar o conhecimento do decisor sobre a gestão de resíduos.

Além de identificar a alternativa que promoverá o maior ganho, segundo o modelo criado, o resultado e o processo de verificação dos múltiplos cenários podem propiciar o surgimento de novas estratégias de aperfeiçoamento, como observado ao realizar a resolução de dois problemas com uma possível ação no PVF1. Estas verificações devem ocorrer de forma contínua, de modo a promover o maior ganho.

A potencialidade do modelo está diretamente ligada à criatividade dos gestores da organização, pois eles devem utilizar o modelo de modo a identificar os cenários mais vantajosos a serem realizados, dentro da realidade da empresa que possui tempo e recursos limitados. O modelo, conforme exposto, permite quantificar a atratividade de cada cenário desenhado, direcionado assim a tomada de decisão.

É opinião do autor desta dissertação que o modelo criado de avaliação de desempenho para apoiar o processo decisório da gestão de resíduos sólidos promoveu ganhos à tomada de decisão do gestor da gestão ambiental evidenciados pelo modelo criado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações realizadas neste trabalho visam, acima de tudo, dar destaque a um grupo de produtos que fazem parte do dia-a-dia: os resíduos sólidos. Estes estão presentes desde nas embalagens que são jogadas no lixo após comer uma barra de cereal durante a pausa no trabalho, até no computador que tanto facilita o cotidiano e atividades operacionais, que prontamente é substituído ao surgir uma geração mais eficiente. Os resíduos sólidos são uma realidade e necessitam ter o devido destaque para que seu direcionamento não gere impacto negativo no âmbito econômico, ambiental e social.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS traz uma nova visão para os resíduos sólidos, colocando o Brasil em um ciclo de melhoria contínua, uma vez que as metas internas de cada programa devem ser revisadas periodicamente. As melhorias ocorrem por meio de orientações que priorizam ações que promovam a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Apesar dos números indicarem que o atendimento à política ainda não é pleno – destacando aqui a primeira oportunidade de pesquisa encontrada: qual a taxa de atendimento do PGRS por empresas? –, as perspectivas em relação aos resíduos sólidos nunca estiveram melhores.

Tendo em vista esta perspectiva, uma indústria da área metalúrgica com a intenção de manter seu diferencial competitivo demandou um processo de gestão de resíduos sólidos que definisse, organizasse e mensurasse os critérios necessários e suficientes para permitir seu monitoramento e a geração de ações de melhoria, indo ao encontro da visão contínua adotada pela PNRS. Destacando ainda a necessidade de aumentar o conhecimento do decisor sobre o seu contexto decisório. Desta demanda, nasceu a pergunta de pesquisa desta dissertação: quais os elementos técnicos a serem considerados para a proposição de um modelo de avaliação da gestão de resíduos sólidos?

Para responder à pergunta, o autor realizou uma busca sobre o tema, objetivando entender como este era tratado pela comunidade científica. Considerando a grande quantidade de informação científica disponível e que estas se encontram de maneira dispersa em vários bancos de dados, o autor buscou uma metodologia que o auxiliasse neste desbravamento do saber. Assim, considerando a demanda de identificar artigos publicados que fossem alinhados com o tema de pesquisa, foi escolhido o *ProKnow-C (Knowledge Development Process–Constructivist)* para a seleção de um grupo de artigos que o auxiliassem no entendimento do tema.

Ao utilizar a metodologia no portal de periódicos da CAPES, foram identificadas seis bases de dados alinhadas com o tema, nas quais foi realizada uma busca com palavras-chave – que foram identificadas em uma etapa do *Proknow-C* – alinhadas com o tema. Nesta busca, foram encontrados 12.779 artigos que foram selecionados quanto ao seu reconhecimento científico, por meio de citações de outros trabalhos, leitura do título, resumo, leitura integral e avaliação das referências, dos quais 19 foram identificados pelo pesquisador como alinhados ao tema de pesquisa e receberam o nome de Portfólio Bibliográfico.

De modo a potencializar as informações destes 19 artigos do Portfólio Bibliográfico, tendo em vista que eles representam trabalhos alinhados com o tema, uma Análise Bibliométrica foi realizada. Nesta análise, foi dado destaque às palavras-chave mais utilizadas, quem são os autores e artigos de maior destaque e quais periódicos abordam o assunto. Este conjunto de informações auxilia o autor a buscar artigos de forma mais assertiva – por buscas utilizando as palavras-chaves mais utilizadas –, quem é destaque ao falar sobre o assunto – autores mais relevantes –, bem como onde divulgar as descobertas realizadas sobre o tema – por meio dos periódicos que publicam sobre o tema. A Análise Bibliométrica respondendo também ao primeiro objetivo específico deste trabalho.

Ainda utilizando o Portfólio Bibliográfico, foi realizada uma análise crítica do conteúdo dos artigos. A avaliação foi realizada por meio da análise sistêmica, etapa pertencente ao utilizado *ProKnow-C*. A metodologia utiliza lentes para realizar a avaliação dos artigos, lentes estas que serão lapidadas segundo a filiação teórica da avaliação de desempenho, dando origem a seis lentes que identificaram se os artigos atendem aos critérios do apoio à decisão e, em caso negativo, destacam lacunas no conhecimento, ou seja, oportunidades de contribuição. Destacando aqui que somente artigos que apresentaram um modelo, 14 artigos, foram analisados.

A primeira lente avaliou a abordagem adotada pelos artigos, sendo a abordagem Normativista a mais presente, com oito artigos, destacando a ausência de trabalho que utilizam a abordagem construtivista que, segundo Roy (1993), é a mais adequada para apoio a decisão – sendo esta, outra oportunidade. A segunda lente abordou a questão da singularidade, onde verificou se o problema era visto como único para aquele contexto. Foi constatado que 11 artigos construíram modelos de apoio a decisão e não incluíram os atores e singularidade dos problemas, abordando de forma genérica, ignorando que cada organização tem características próprias, encaixando este ponto como uma oportunidade a ser adotada.

A terceira lente teve o objetivo de identificar como os critérios ou objetivos foram construídos. Quase todos os artigos, 86%, não explicitaram

o decisor e nem seus valores. Considerar o decisor, que este necessita expandir seu entendimento sobre o contexto e o processo decisório e incluí-lo na identificação, construção e operacionalização dos modelos é uma oportunidade, pois, ao não respeitar suas preferências e valores, impõe-se que o mesmo se molde ao sistema definido por terceiros, comprometendo a utilização dos modelos de apoio a decisão.

A quarta lente avalia como foram avaliados os critérios considerados importantes pelos artigos, destacando que nove não realizaram nenhum tipo de mensuração. Utilizar escalas que respeitem a teoria da mensuração e propriedades de operacionalização garantem a validade do processo de avaliação de desempenho, sendo a não utilização de mensuração uma oportunidade a ser aproveitada.

A quinta lente verificou a presença e a forma de integração entre as escalas existente no modelo, sendo identificado que 86% dos artigos não realizavam integração entre as escalas, destacando isto como uma oportunidade. Estabelecer níveis de referência para cada indicador favorece o apoio ao processo de gestão de desempenho, já que permite um maior número de análises.

A sexta e última lente abordou se o sistema de avaliação permite avaliar como está o estado atual e possibilita visualizar ações de aperfeiçoamento. Metade dos modelos não apresentavam diagnóstico e somente dois apresentaram meios de promover ações de aperfeiçoamento. Não conseguir hierarquizar qual ação deve ser tomada primeiro não auxilia o processo decisório, sendo esta outra oportunidade a ser aproveitada.

Aproveitando as oportunidades identificadas na análise sistêmica, um modelo de avaliação de desempenho deve ser singular, considerar os limites de conhecimento que o gestor tem, atendendo as propriedades de operacionalização das escalas e respeitar a teoria da mensuração fazendo a integração entre os níveis de referência e possibilitar a realização de diagnóstico da situação atual, promovendo ações de aperfeiçoamento com processo hierárquico. Com o intuito de atender estas oportunidades, a Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) foi escolhida como instrumento de intervenção que guiou a construção do modelo desta dissertação.^[A1] A análise sistêmica também responde ao segundo objetivo específico deste trabalho.

Utilizando a Metodologia Multicritério em Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C), foi dado início à construção do modelo de avaliação da gestão de resíduos sólidos. O modelo construído, com 44 indicadores com escalas ordinais que evidenciam o cenário das preocupações do decisor, responde ao segundo objetivo específico deste trabalho.

O modelo criado apresentou flexibilidade ao contexto decisório, respondendo a um dos questionamentos que motivou o autor a desenvolver esta dissertação. Este questionamento, que foi apresentado na introdução deste trabalho, abordava a falta de critério ao determinar as ações que são realizadas com os resíduos industriais, sendo priorizadas escolhas tomadas por setores mais influentes dentro da empresa e não necessariamente as ações que promovessem uma maior eficácia e efetividade. Setores menores e menos influentes não possuíam argumentos para justificar ações, deixando a empresa vulnerável.

A flexibilidade mencionada, que foi apresentada no item 5.4 deste trabalho, expôs o processo de escolha de dois descritores – presentes no PVF1 e PVF10 – que foram aperfeiçoados. Assim, ao utilizar esta nova ferramenta, as ações a serem realizadas serão as que promoverem o maior ganho – pontuação – no modelo desenvolvido. Desta forma, evita-se que setores influentes monopolizem o direcionamento das ações, promovendo maior transparência e oportunidades de melhoria. Além disso, o planejamento também possibilita a junção de problemas diferentes em ações conjuntas, conforme foi apresentado no PVF1, promovendo um maior impacto positivo no modelo. O estudo de caso em uma indústria metalúrgica responde ao terceiro objetivo específico deste trabalho.

Ao incorporar o modelo ao processo decisório, a gestão de resíduos desta indústria metalúrgica apresenta uma fotografia do estado atual do gerenciamento, possibilitando verificar a eficiência de modo a produzir o maior resultado com o mínimo de recursos. O modelo também permite verificar a eficácia da gestão, uma vez que é possível estabelecer metas a curto e médio prazo por meio de trabalho organizado e racional, focando em alcançar os resultados pretendidos. Em relação à efetividade, o modelo deve assegurar a mesma, porém destaca-se aqui a íntima ligação do constructo desenvolvido com o decisor, tendo em vista que esta é a finalidade do modelo: promover o apoio à decisão no decisor. Assim, destaca-se como oportunidade a inclusão de uma sistemática de revisão do modelo a longo prazo, tendo em vista que podem ocorrer mudanças: de direcionamento do atual decisor; da empresa e seu contexto; de clientes e suas demandas; e, da legislação vigente e outras demandas legais. Para continuar sendo relevante, outro modelo deverá ser criado, não sendo possível reaproveitar informações anteriores. A sistemática de revisão poderá incentivar as organizações a adotarem um modelo que considera as perspectivas do decisor, por meio da diminuição do tempo de implantação do modelo a partir de sua primeira revisão em comparação ao tempo de implantação inicial.

A ausência de sistemática de revisão, na perspectiva do autor desta dissertação, não invalida o modelo, tendo em vista os múltiplos benefícios

alcançados por sua utilização. Poucas vezes as pessoas realizam ações que vão contra suas crenças pessoais. Assim, ter disponível uma ferramenta que evidencia, ao próprio decisor, o caminho que o mesmo deve trilhar, torna o processo de gestão mais transparente para os empregados – que muitas vezes desconhecem os objetivos de seus gerentes –, os investimentos mais seguros para os acionistas e parceiros e mais confiança aos clientes.

Ter um cenário claro do estado atual da gestão promove facilidade ao obter licenciamentos ambientais junto aos órgãos específicos, bem como facilidades para exportação, visto que a preocupação com empresas que são ambientalmente responsáveis está se disseminando. Pensando nesta preocupação, somada à multiplicação das mídias sociais onde todos têm voz, a imagem da organização pode ser colocada em questionamento, de forma que as empresas menos preparadas podem ficar fragilizadas. Outra oportunidade em ter um cenário claro é utilizar as ações como fonte para ações de marketing, utilizando assim a responsabilidade ambiental como uma oportunidade de fortalecer a marca da organização.

O modelo também apresentou oportunidades para a comunidade de pesquisadores, já que apresentou outro cenário para o foco econômico interno na gestão de resíduos sólidos e também consolidou e integrou os resultados da pesquisa para desenvolver a gestão de resíduos como um todo. Ainda dentro da comunidade de pesquisadores, com foco na Engenharia de Produção, o modelo auxilia a implantação de oportunidades aos sistemas produtivos, já que contribui para o desenvolvimento e gerenciamento de processos, de modo a inovar as práticas existentes, promovendo tanto o aumento de qualidade dos bens e serviços, como da competitividade da gestão de resíduos.

Além disso, o modelo contribui para diminuir os impactos sociais, ao direcionar os resíduos a destinos ambientalmente adequados. Assim, evita-se problemas de ordem sanitária e, por consequência, gasto de recursos públicos e privados para eliminar ou mitigar os impactos negativos, que podem ser utilizados para melhorar a qualidade de vida da sociedade.

Em se tratando de governança, o modelo pode estimular órgãos fiscalizadores a incluir melhorias na PNRS. Este estímulo poderá surgir ao verificar uma maior transparência do cenário atual da organização, por meio do *status quo* do modelo ou ainda pela evidenciação do aumento de desempenho da empresa nas práticas com os resíduos.

Assim, é opinião do autor desta dissertação que o modelo desenvolvido pode auxiliar na gestão ambiental da empresa metalúrgica em questão, pois esta agora possui um instrumento de avaliação de desempenho que organizou e mensurou as preocupações dos gestores de forma a possibilitar seu monitoramento e geração de ações de melhoria. Demandas

estas que foram requisitadas no início do trabalho, destacando aqui, o atendimento ao objetivo geral desta dissertação. Com relação à resposta à pergunta de pesquisa, é possível afirmar que os indicadores construídos possibilitam apoiar o processo decisório da gestão de resíduos sólidos com direcionamento aos impactos econômicos internos e uma indústria metalúrgica.

Como sugestão, além das destacadas ao longo deste capítulo, para futuras pesquisas: (i) a construção de um modelo de avaliação de desempenho direcionado ao foco econômico; (ii) construção de um modelo que atenda o foco ambiental, econômico e social; (iii) utilizar a metodologia MCDA-C em outra empresa metalúrgica como estudo de caso; e, (iv) propor à metodologia MCDA-C uma etapa de retroalimentação, visando atualizar o modelo a longo prazo, de modo a garantir a efetividade do contexto onde o modelo criado será utilizado.

Para finalizar, o autor acredita que o modelo de avaliação de desempenho criado, as lacunas do conhecimento destacadas e a evidenciação de informações referentes ao tema apresentam contribuições para o conhecimento científico sobre o tema resíduos sólidos. Esta dissertação, na perspectiva do autor, responde à demanda inicial destacada no início deste capítulo: dar destaque a um grupo de produtos que fazem parte do dia-a-dia, os resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE MEIO AMBIENTE. Inventário de Resíduos Sólidos Industriais do Estado de Goiás. Goiás, 2001.

AHMED, Shafiul Azam; ALI, Mansoor. Partnerships for solid waste management in developing countries: linking theories to realities. **Habitat International**, v. 28, n. 3, p. 467-479, 2004.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. In: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil – Materiais reciclado e suas aplicações, CT206, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBRACON, 2001, p. 45-56.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro: 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

AZAMBUJA, E. A. K. **Proposta de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: análise do caso de Palhoça/SC**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARZILAI, J. On the foundations of measurement. In: Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Tucson, 7-10 Out 2001. IEEE, 2001

BATISTA, E. Fordismo, taylorismo e toyotismo: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades. In: III Simpósio Lutas Sociais na América Latina, 2008, Londrina/PR. **Anais...** Londrina: GEPAL, 2008.

BATOOL, Syeda Adila; CHAUDHRY, Nawaz; MAJEED, Khalid. Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan. **Waste management**, v. 28, n. 2, p. 294-298, 2008.

BAUMGÄRTNER, Stefan; QUAAS, Martin. What is sustainability economics?. **Ecological Economics**, v. 69, n. 3, p. 445-450, 2010.

BENETTI Juliana Eliza et al. Environmental management strategies: A case study of Triticola Cooperative. **Custos e agronegócio on line** - v. 8, n. 4 – Oct/Dec - 2012

BERGAMIN JR., S. Contabilidade e riscos ambientais. **Revista do BNDES** — Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Rio de Janeiro, n. 11, 1999.

BIDONE, F. A. R.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC USP, 1999.

BORTOLUZZI, S. C.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; VALMORBIDA, S. M. I. Avaliação de Desempenho em Redes de Pequenas e Médias Empresas: Estado da arte para as delimitações postas pelo pesquisador. **Revista Eletrônica Estratégia & Negócios**, v. 4, n. 2, 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 5 out 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm> Acesso em: 11 fev. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2 ago. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 11 fev. 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva de lixo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 19 jun. 2001.

BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. Política e gestão ambiental em resíduos sólidos. Revisão e Análise sobre a Atual Situação no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa**. 2003. 99f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de

Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CARPENTER S. R. et al. Millennium Ecosystem Assessment: Research Needs. **Science**, Vol. 314. no. 5797, pp. 257 – 258. 2006. DOI: 10.1126/science.1131946.

CARPENTER S. R. et al., Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem. **PNAS** fev. 2009 vol. 106 no. 5 1305-1312. 2009. DOI: 10.1073/pnas.0808772106.

CAZORLA, I. M. **Apostila de Estatística**. 2004.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS. **Manual de questões ambientais e Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: 2001.

_____. **Questões Ambientais e Produção Mais Limpa**. Porto Alegre: 2003.

CLARK, R. R. Validation and Legitimation of an Analytic Hierarchy Approach to Integrated Resource Planning for Electric Utilities. In: Proceedings of the 32nd Intersociety. Energy Conversion Engineering Conference, 1997. IECEC-97. v. 3, Jul-Ago 1997.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2. ed. Brasília: Conama, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

DEMAJOROVIC, J. **A evolução dos modelos de gestão de resíduos sólidos e seus instrumentos**. São Paulo: Cadernos Fundap, 1996.

DIAS NETO, A. A. **Gestão de resíduos sólidos – Uma discussão sobre o papel das políticas públicas e arranjos institucionais do estado.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, 2009.

DIAS, L. C.; TSOUKIÀS, A. On the constructive and other approaches in decision aiding. In: ANTUNES, C. H. FIGUEIRA, J. CLIMACO, J. (eds) **Aide multicritère à la décision: Multiple criteria decision aiding - CCDRC/INESCC/FEUC.** Coimbra, 2004. p.13-28.

Divisão para o Desenvolvimento Sustentável. Cooperação do Ministério Federal Austríaco dos Transportes, Inovação e Tecnologia. Assuntos Económicos & Sociais. **Contabilidade da gestão ambiental** — procedimentos e princípios. 2001.

ENSSLIN, L. et al. Avaliação do Desempenho de Empresas Terceirizadas com o Uso da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão- Construtivista. **Revista Pesquisa Operacional**, V.30, No. 1, p. 125 – 152, Jan-Abr 2010. Versão impressa ISSN 0101-7438 / versão online ISSN 1678-5142.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.R.; PACHECO, G.C.; Um Estudo Sobre Segurança em Estádios de Futebol Baseado na Análise da Literatura Internacional; **Perspectivas em Ciências da Informação**; v.17, no. 2, p. 71-91, abr./jun. 2012.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão:** metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **U.S. Environmental Protection Agency.** Disponível em: <www.epa.gov>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FENKLER, E. A. **A valoração econômica dos recursos naturais na criação de unidades de conservação Federais (UCF) no Brasil: Um Estudo Empírico no Estado de Santa Catarina.** Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Administração e Turismo, na Universidade do Vale do Itajaí, Programa de Pós-Graduação em Administração. Biguaçu: 2013.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo**: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental. 2. ed. São Paulo: Ed. Unimep, 1995.

FINNVEDEN, Göran et al. Flexible and robust strategies for waste management in Sweden. **Waste management**, v. 27, n. 8, p. S1-S8, 2007.

FRANCHETTI, Matthew. ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 9, p. 1104-1109, 2011.

FU, Hui-zhen et al. A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993–2008. **Waste Management**, v. 30, n. 12, p. 2410-2417, 2010.

GOLAFSHANI, N. Understanding reliability and validity in qualitative research. **The Qualitative Report**, v. 8, n. 4, p. 597-607, dec. 2003.

GOMES, E. R. Oportunidades e Dilemas do Tratamento dos Resíduos Sólidos no Brasil à Luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei n. 12.305/2010). **Confluências - Revista Interdisciplinar de Sociologia e Direito**, v. 14, n. 1, p. 100-114, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: 2001. 197p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório**. Brasília, 2012. Relatório de Pesquisa - Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. 25.71 (2011): 135-158.

JARDIM, N. S. et al., **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). 1995.

KARPOFF, Jonathan M.; LOTT JR, John R.; WEHRLY, Eric W. The Reputational Penalties for Environmental Violations: Empirical Evidence*. **Journal of Law and Economics**, v. 48, n. 2, p. 653-675, 2005.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Contribuições à gestão estratégica de organizações quando analisados na visão de seu desempenho. **Gestão Organizacional**, v. 9, n. 2, 2011.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma Análise Bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v 19, n.1, 2012.

LEMOS, A. D.; NASCIMENTO, L. F. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba, v. 3, n. 1, abr. 1999.

LIMA, D. V.; VIEGAS, W. Tratamento contábil e evidenciação das externalidades ecológicas. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo: USP, n. 30, p. 46-53, set. /dez. 2002.

LIMA, J. D. de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Campina Grande: ABES, 2001.

LOCH, Márcia do Valle Pereira. Convergência entre acessibilidade espacial escolar, pedagogia construtivista e escola inclusiva. 2007. 269 p. Tese (Doutorado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 35-42, 2003.

MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**: guia de procedimento passo a passo. 2.ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

MARTINEZ, Candace A.; BOWEN, J. D. The Clean Development Mechanism in the Solid Waste Management Sector: Sustainable for Whom?. **Ecological Economics**, 2012.

MASSUKADO, L. M. Sistema de Apoio à Decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. 2004. 272 p.

Dissertação (Mestrado) – Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: metodologia, planejamento. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MBULIGWE, Stephen E.; KASEVA, Mengiseny E. Assessment of industrial solid waste management and resource recovery practices in Tanzania. **Resources, conservation and recycling**, v. 47, n. 3, p. 260-276, 2006.

MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAES, L. R. S. Gestão Integrada e Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos: Um desafio para os municípios e a sociedade. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, VII, 2003, Santo André. **Anais...** Brasília: ASSEMAE, 2003. 1 CD ROM.

MORRISSEY, A. J.; BROWNE, J. Waste management models and their application to sustainable waste management. **Waste management**, v. 24, n. 3, p. 297-308, 2004.

NAHMAN, A.; GODFREY, L. Economic instruments for solid waste management in South Africa: Opportunities and constraints. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 8, p. 521-531, 2010.

NAIME, R. **Diagnóstico Ambiental e Sistemas de Gestão Ambiental**: incluindo a atualização da série ISO 9000 e as novas NBR 14001/2004 e NBR ISO 19011/2002. Novo Hamburgo: Feevale, 2005.

NASCIMENTO, S. C.; HYPOLITO, R.; RIBEIRO, A. A. Disponibilidade de metais pesados em aterro de indústria siderúrgica. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 3, p. 196-202, 2006.

NUNESMAIA, M. F. A Gestão de Resíduos Urbanos e Suas Limitações. **TECBAHIA Revista Baiana de Tecnologia**, Camaçari, v.17, n.1, p.120-129, jan. /abr., 2002.

OLIVEIRA, O. J.; PINHEIRO, C. R. M. S. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 51-61, 2010.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **Contabilidade financiera y presentación de informes ambientales por las empresas**. Disponível em: <www.unetad.org/sp/sphome.htm>. Acesso em: 15 out. 2015.

PACHECO JÚNIOR, W.; PEREIRA M. D. V.; SILVA, S. L.; COELHO, A. S.; PEREIRA, V. L. D. V.; LEZANA, A. G. R. Sustentabilidade empresarial e a dimensão da exequibilidade. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 67-81, jul./dez. 2011

PACHECO JÚNIOR, W; PEREIRA, V. L. D. V.; PEREIRA FILHO, H. V. **Pesquisa científica sem tropeços: abordagem sistêmica**. São Paulo: Atlas, 2007.

PACHECO JÚNIOR, W.; PEREIRA FILHO, H do V.; PEREIRA. V. L. D. V. **Gestão da segurança e higiene do trabalho**: contexto estratégico, análise ambiental, controle e avaliação das estratégicas. São Paulo: Atlas, 2000.

PARTHAN, Shantha R. et al. Cost estimation for solid waste management in industrialising regions—Precedents, problems and prospects. **Waste management**, v. 32, n. 3, p. 584-594, 2012.

PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004.

PHILIPPI JR., A. **Saneamento, Saúde e Ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole, 2005.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROBERTS, F. S. **Measurement theory with applications to decisionmaking, utility, and the social sciences**. Boston: Addison Wesley, 1979.

ROCCA, A. C. C. **Resíduos Sólidos Industriais**. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1993.

RODRIGUES, M. M. Gestão de resíduos sólidos industriais e urbanos: eficácia normativa para os setores público e privado. 2009. Dissertação (Mestrado) - Direito, Universidade de Marília, Marília, 2009.

ROY, B. Decision science or decision-aid science? **European Journal of Operational research**, v. 66 p. 184-203, 1993.

SANCHES, M. C. G. Valorização do serviço público de destinação final dos resíduos gerados pela indústria da construção civil no município do Salvador – BA. 2004. 221f. Dissertação (Mestrado) - Política e Gestão Ambiental, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

SHEKDAR, Ashok V. Sustainable solid waste management: an integrated approach for Asian countries. **Waste Management**, v. 29, n. 4, p. 1438-1448, 2009.

SIMIÃO, J. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em uma empresa de Usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa, 2011. Dissertação (Mestrado) – Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**. São Paulo: Atlas, 2002.

THIRY-CHERQUES, H. R. Pierre Bourdieu: the theory in practice. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 1, p. 27-53, 2006.

TINOCO, J. E. P.; ROBLES, L. T. A contabilidade da gestão ambiental e sua dimensão para a transparência empresarial: estudo de caso de quatro

empresas brasileiras com atuação global. **Revista de Administração Pública RAP**, v. 40, n. 6, p. 1077-1096, 2006.

TOCCHETTO, M. R. L. **Curso de Tratamento de Efluentes Líquidos e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**: parte 2 – resíduos sólidos. Cuiabá, 2007.

TOCCHETTO, M. R. L.; COUTINHO, H. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Curso de Química Industrial. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Química-CCNE, 2005.

ULLI-BEER, Silvia; ANDERSEN, David F.; RICHARDSON, George P. Financing a competitive recycling initiative in Switzerland. **Ecological Economics**, v. 62, n. 3, p. 727-739, 2007.

VALMORBIDA, S. M. I. Avaliação de desempenho como instrumento de apoio ao gerenciamento da Diretoria de Planejamento e Administração de uma universidade pública federal: uma perspectiva multicritério. 2012. Dissertação (Mestrado) - Contabilidade, Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012

VALMORBIDA, S. M. I.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Gestão Pública com Foco em Resultados: evidenciação do estado da arte para as delimitações postas pelo pesquisador. **Gestão e Produção**, São Paulo, no prelo.

WILSON, David C. Development drivers for waste management. **Waste Management & Research**, v. 25, n. 3, p. 198-207, 2007.

WU, JunJie. Environmental compliance: the good, the bad, and the super green. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 11, p. 3363-3381, 2009.

YEDLA, Sudhakar; KANSAL, Sarika. Economic insight into municipal solid waste management in Mumbai: a critical analysis. **International journal of environment and pollution**, v. 19, n. 5, p. 516-527, 2003.

ZAMAN, Atiq Uz. Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. **Ecological Indicators**, v. 36, p. 682-693, 2014.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólido**. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para

municípios de pequeno porte. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES: RiMa, 2003.

APÊNDICE A – Elementos primários de avaliação

Conceito	Descrição
C 1	Desenvolver novas tecnologias...Manter processos que geram mais resíduos
C 2	Obter novos equipamentos...Manter equipamentos que geram mais resíduos
C 3	Garantir um processo seletivo personalizado...Receber funcionários sem consciência sobre gestão de resíduos
C 4	Criar programa de capacitação profissional...Ignorar a oportunidade de melhorar os funcionários
C 5	Treinar os funcionários...Ter funcionários que gerem mais resíduos
C 6	Ter ações de responsabilidade social em compensação as atividades poluidoras...Apresentar a empresa perante a sociedade como poluidora
C 7	Manter a comunicação...Proporcionar espaço para boatos
C 8	Fidelizar os funcionários...Ter funcionários alheios a melhorias
C 9	Garantir que os gerentes/diretos tenha uma consciência voltada para a gestão dos resíduos...Livrar-se dos resíduos, pois não são de sua responsabilidade
C 10	Cumprir a legislação...Receber multas/piorar imagem da organização
C 11	Melhorar a qualidade do recolhimento...Acumular resíduos nas áreas
C 12	Aplicar auditorias nos destinatários...Receber multas por coparticipação
C 13	Aplicar auditorias interna... Estagnar os processos
C 14	Dar o fim correto para os resíduos...Receber multas/piorar imagem da organização
C 15	Fornecer recipiente adequados...Contaminar o local de armazenamento de resíduos
C 16	Identificar os recipientes de armazenamento...Misturar os resíduos
C 17	Separar corretamente os resíduos... Aumentar o custo com segregação
C 18	Ter uma área de transbordo...Acumular os resíduos nas áreas

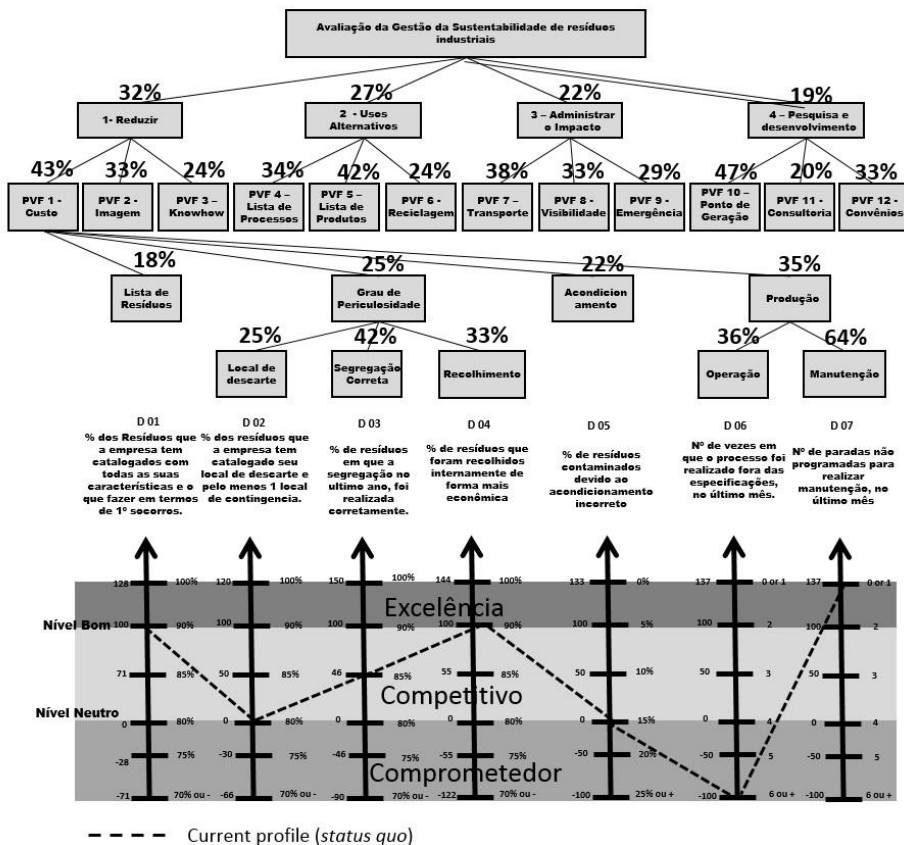
C 19	Identificar os aspectos...Impossibilitar o planejamento do destino dos resíduos
C 20	Identificar os impactos...Receber multas inesperadas
C 21	Identificar os perigos...Aumentar o número de acidentes inesperados
C 22	Identificar as matérias primas. ...Permitir ter resíduos desconhecidos na organização
C 23	Medir a qualidade das matérias primas....Aumentar a geração de resíduos
C 24	Ter um plano de emergência....Receber multas por consequência de acidentes
C 25	Ter um Sistema de Tratamento de efluentes interno....Aumentar o consumo de água
C 26	Ter um sistema de Exaustão....Perder licenças/Aumentar as reclamações da comunidade
C 27	Ter um controle das emissões fugitivas...Perder licenças/Aumentar as reclamações da comunidade
C 28	Fazer manutenção....Possibilitar geração de resíduos com problemas
C 29	Realizar uma manutenção preventiva.... Possibilitar planejamento de resíduos corretamente
C 30	Administrar os impactos passados. ... Apresentar uma imagem de poluidora
C 31	Acompanhar as águas subterrâneas....Receber multas e pior imagem p/ empresa
C 32	Monitorar a qualidade do ar....Ignorar a comunidade ao redor.
C 33	Captar a água de chuva....Aumentar o custo com consumo de água
C 34	Ter um ciclo fechado de efluentes líquidos....Aumentar o custo com segregação de efluentes
C 35	Dar destino incorreto de resíduos...Receber multas por coparticipação
C 36	Receber Multas Ambientais... Utilizar os recursos com investimento/participação dos lucros
C 37	Manter Certificações ISO...Perder clientes internacionais
C 38	Ter não conformidades. .. Perder certificação ISO
C 39	Desperdiçar Matéria prima...Aumentar a quantidade de resíduos

C 40	Realizar balanços de Massa...Aumentar o desperdício gerando mais resíduos
C 41	Realizar balanços de Energia...Aumentar o consumo de energia
C 42	Fazer reutilização interna.... Aumentar o gasto com segregação de resíduos
C 43	Realizar pesquisa para desenvolver novos processos... Manter processos que geram mais resíduos.
C 44	Manter uma boa Imagem da empresa.....Agir sem ações com a sociedade
C 45	Realizar o controle dos Caminhões de transporte...Evitar acidentes de transporte
C 46	Realizar Auditoria em Caminhões...Aumentar a taxa de emissões e vazamentos
C 47	Realizar logística reversar...Pagar por produtos que devem ser recolhidos gratuitamente
C 48	Ter o índice produção/resíduos ligado ao PPR...Fidelizar os funcionários
C 49	Ter Ação criminosa dentro da empresa...Receber furtos na organização
C 50	Ter funcionários com má fé...Promover o comprometimento dos funcionários
C 51	Perder as Certificações....Melhorar a imagem junto aos clientes com novas certificações
C 52	Perder Clientes...Atender aos padrões exigidos pelos clientes
C 53	Gerar acidentes ambientais...Implantar programas de sustentabilidade
C 54	Manter uma boa imagem com a comunidade...Procurar o lucro acima de tudo
C 55	Diminuir geração de resíduos Classe I...Aumentar o custo de segregação
C 56	Ter investimento em infraestrutura...Estagnar os processos
C 57	Ter energias Renováveis...Ignorar a política de sustentabilidade
C 58	Usar Sucata...Ignorar a política de sustentabilidade
C 59	Ter custo com segregação...Ignorar destinos alternativos para os resíduos
C 60	Ter custo com reparo ambiental...Piorar imagem junto à comunidade

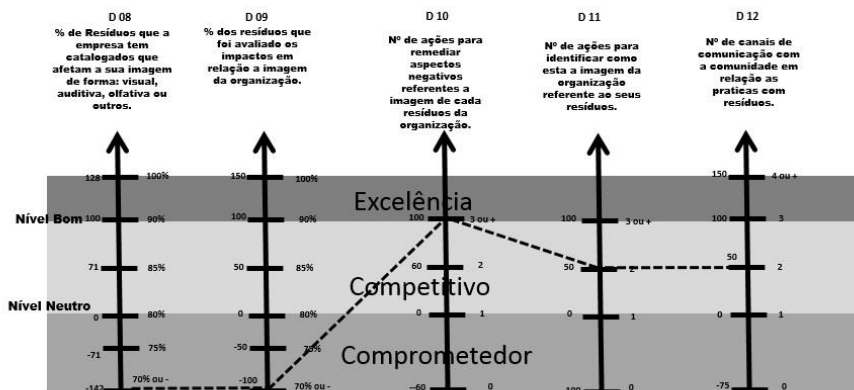
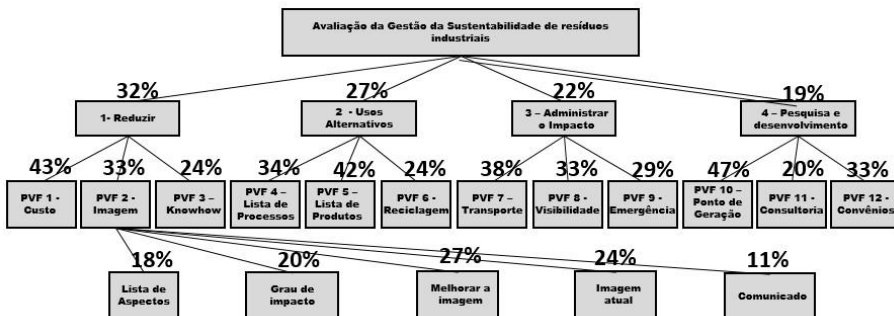
C 61	Quantidade de resíduo para aterros...Alocar os resíduos em processos renováveis
C 62	Técnicos de meio ambiente...Ignorar as dificuldades das áreas
C 63	Substituição de processos que gerem resíduos Classe I...Aumentar o custo de segregação
C 64	Realizar o Reprocesso de Resíduos...Aumentar o custo de segregação
C 65	Revitalizar as áreas degradadas... Apresentar uma imagem de poluidora
C 66	Ter áreas de preservação permanente...Ignorar o cumprimento da legislação
C 67	Adquirir Matéria prima de fontes renováveis... Ignorar a política de sustentabilidade
C 68	Parceria junto com universidades... Manter processos que geram mais resíduos
C 69	Participar de prêmios... Apresentar uma imagem de poluidora
C 70	Ter eventos sobre meio ambiente... Ignorar a oportunidade de melhorar o desempenho dos funcionários
C 71	Ter uma transparência dos indicadores... Proporcionar espaço para boatos
C 72	Ter um programa de coleta seletiva junto à comunidade... Apresentar uma imagem de poluidora
C 73	Ter um programa de educação ambiental junto à comunidade... Apresentar uma imagem de poluidora
C 74	Realizar atividades de educação ambiental nas escolas... Apresentar uma imagem de poluidora
C 75	Realizar reciclagem... Aumentar o gasto com segregação de resíduos
C 76	Diminuir Consumo... Aumentar a quantidade de resíduos
C 77	Geração de composto orgânico...Aumentar o custo de segregação
C 78	Realizar curso de uso de restos de alimentos junto à comunidade... Apresentar uma imagem de poluidora.
C 79	Realizar curso de Educação financeira...Ignorar desenvolver funcionários comprometidos com redução

APÊNDICE B – Modelo de avaliação de desempenho da gestão de resíduos industriais e equação global do modelo

- Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição *Status quo* do PVF1.



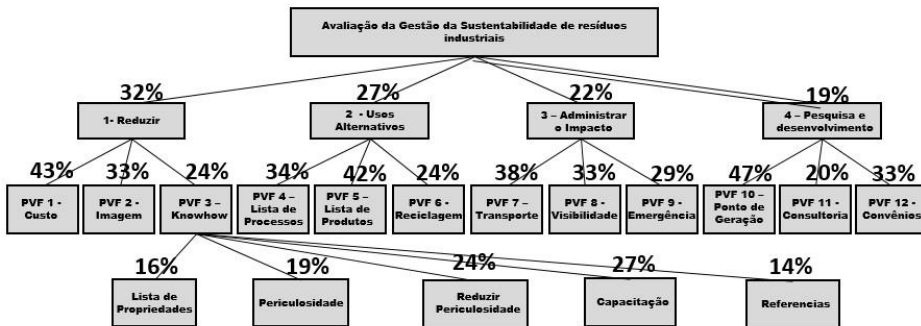
• **Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição**
Status quo do PVF2.



--- Current profile (*status quo*)

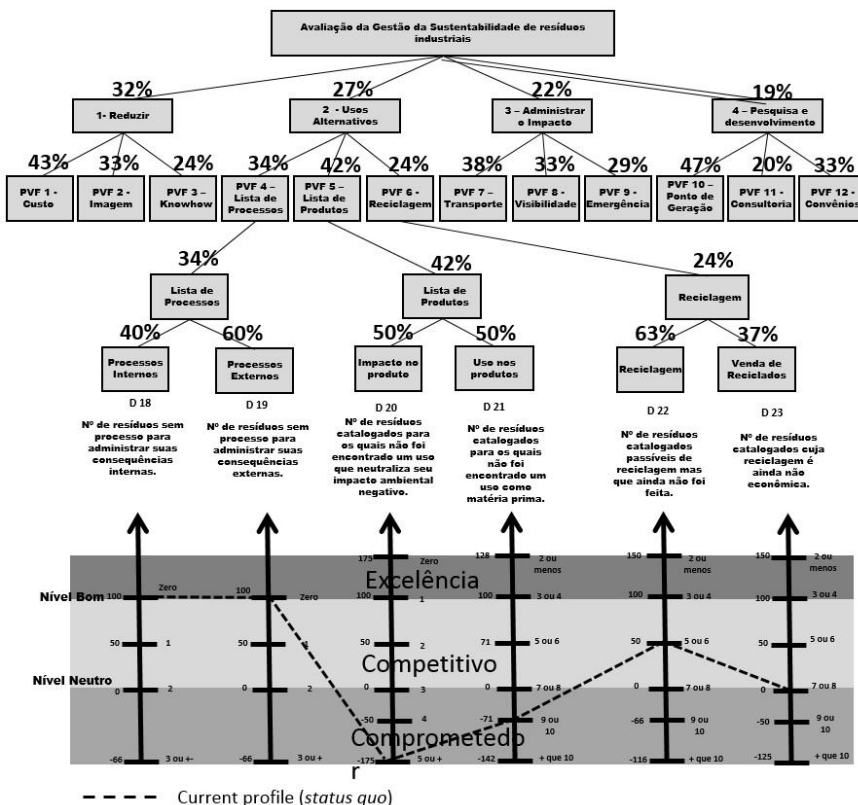
• Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição

Status quo do PVF3.

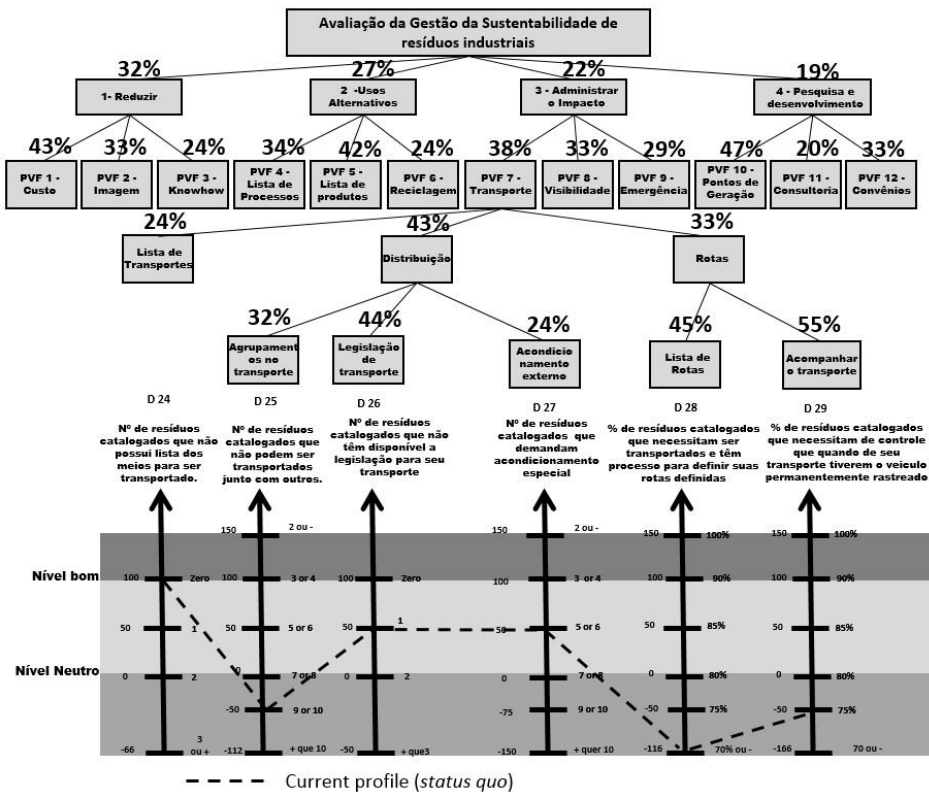


----- Current profile (status quo)

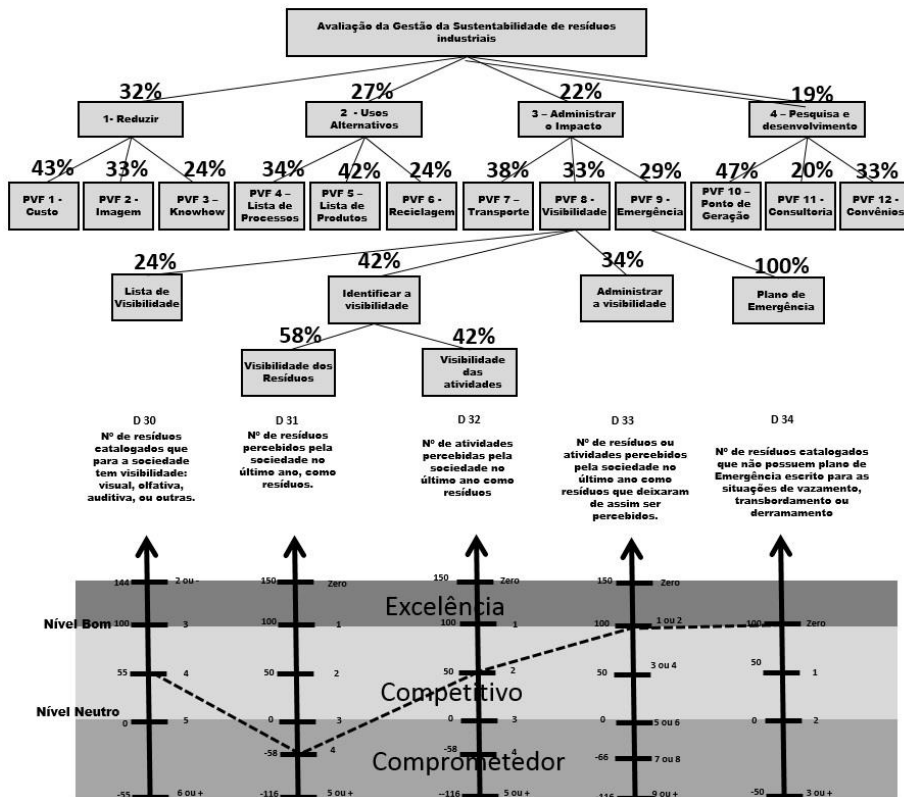
• **Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição**
Status quo do PVF4, PVF5 e PVF6.



• Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição
Status quo do PVF7.

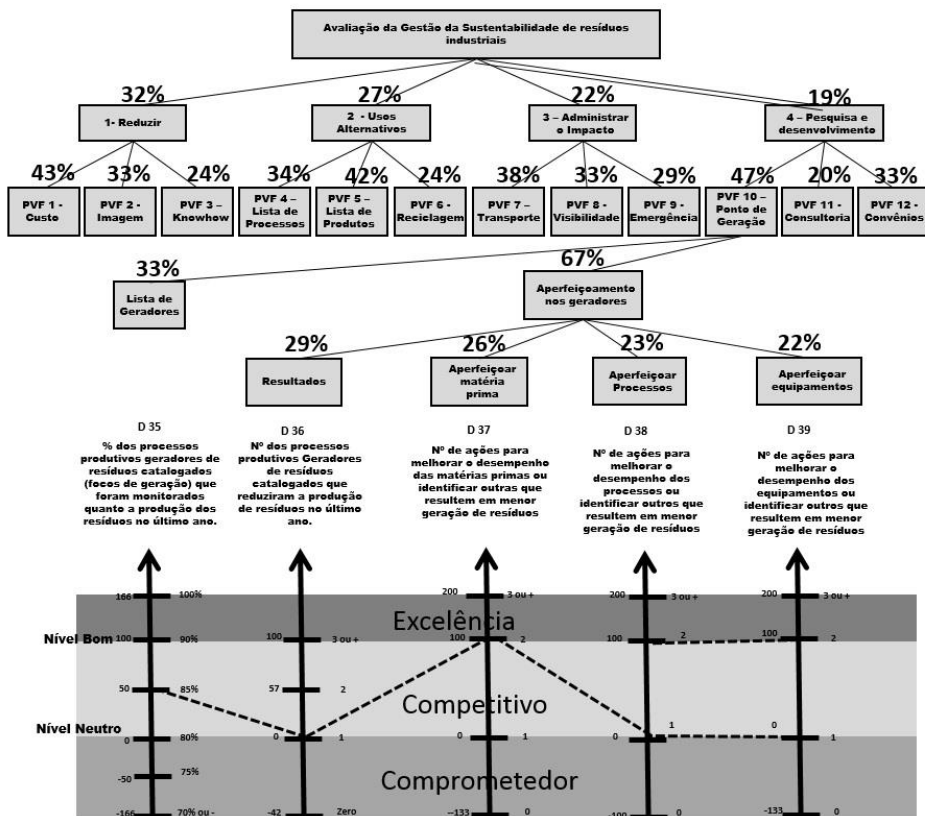


• Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição
Status quo do PVF8 e PVF9.

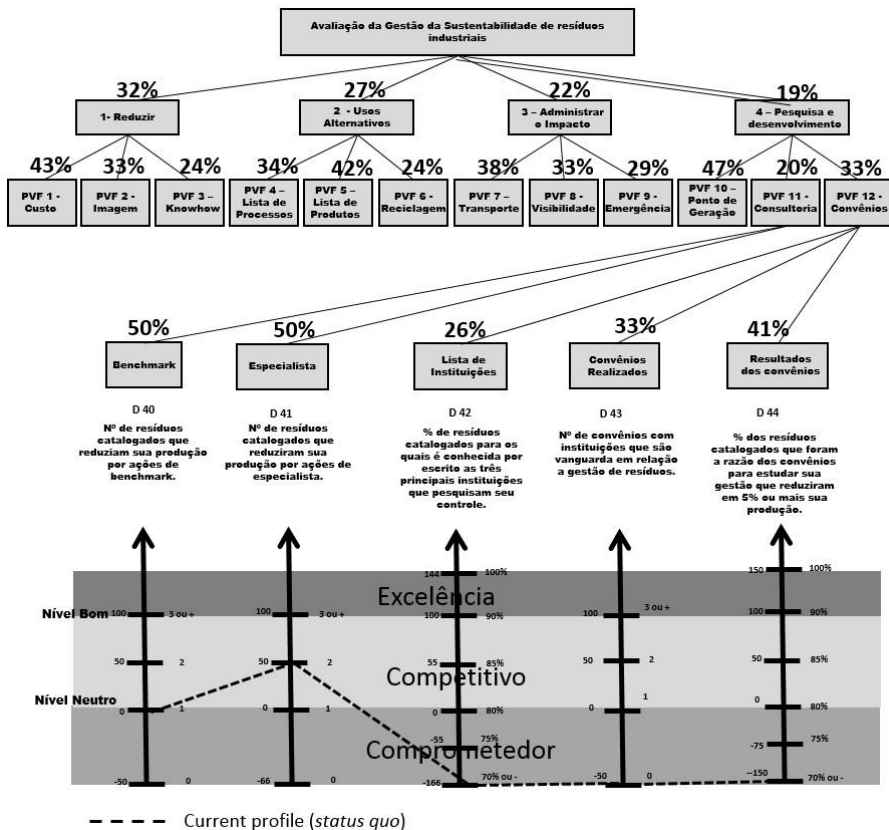


- - - - Current profile (*status quo*)

• Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição
Status quo do PVF10.



• **Estrutura Hierárquica de Valor com as taxas de substituição**
Status quo do PVF11 e PVF12.



Equação do Modelo Global

$$\begin{aligned}
 \text{Vigão} = & 0.32 * \left\{ 0.48 * \left[0.18 * \begin{pmatrix} 128 \\ 100 \\ 100 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} + 0.25 * \left\{ 0.25 * \begin{pmatrix} 130 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -30 \\ 66 \end{pmatrix} + 0.42 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 46 \\ -46 \\ -90 \end{pmatrix} + 0.33 * \begin{pmatrix} 144 \\ 100 \\ 55 \\ 0 \\ -55 \\ 122 \end{pmatrix} \right\} + 0.22 * \begin{pmatrix} 133 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} + 0.35 * \left\{ 0.36 * \begin{pmatrix} 137 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} + 0.64 * \begin{pmatrix} 137 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} \right\} + 0.33 * \begin{pmatrix} 145 \\ 100 \\ 54 \\ -96 \\ -72 \end{pmatrix} + \\
 & \left[0.18 * \begin{pmatrix} 128 \\ 100 \\ 71 \\ -71 \\ -142 \\ 150 \end{pmatrix} + 0.20 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} + 0.27 * \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 60 \\ 0 \\ -60 \\ 66 \end{pmatrix} + 0.24 * \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 60 \\ 0 \\ -60 \\ 66 \end{pmatrix} + 0.11 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -75 \end{pmatrix} \right] + 0.24 * \left\{ 0.16 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 125 \end{pmatrix} + 0.19 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 116 \end{pmatrix} + 0.24 * \begin{pmatrix} 133 \\ 100 \\ 50 \\ -50 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.27 * \begin{pmatrix} 145 \\ 100 \\ 54 \\ -96 \\ -72 \end{pmatrix} + \right. \\
 & \left. 0.14 * \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 100 \end{pmatrix} \right\} + 0.27 * \left\{ 0.34 * \left[0.4 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \end{pmatrix} + 0.6 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \end{pmatrix} \right] + 0.42 * \left\{ 0.4 * \begin{pmatrix} 175 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.6 * \begin{pmatrix} 128 \\ 100 \\ 71 \\ 0 \\ -71 \end{pmatrix} \right\} + 0.24 * \left\{ 0.63 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \\ 116 \end{pmatrix} + 0.37 * \begin{pmatrix} 100 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 125 \end{pmatrix} \right\} + 0.22 * \left\{ 0.38 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \\ 116 \end{pmatrix} + 0.43 * \left\{ 0.32 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.44 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.24 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -75 \end{pmatrix} \right\} + 0.33 * \left\{ 0.45 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.55 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.33 * \left\{ 0.24 * \begin{pmatrix} 144 \\ 100 \\ 55 \\ 0 \\ -55 \end{pmatrix} + 0.42 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} \right\} + 0.34 * \begin{pmatrix} 150 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \\ 116 \end{pmatrix} \right] + 0.29 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.19 * \left\{ 0.47 * \left[0.33 * \begin{pmatrix} 166 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.67 * \left\{ 0.29 * \begin{pmatrix} 100 \\ 57 \\ 0 \\ -42 \end{pmatrix} + 0.26 * \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 100 \\ 133 \end{pmatrix} + 0.23 * \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -100 \end{pmatrix} + 0.22 * \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \\ 0 \\ -133 \end{pmatrix} \right\} \right\} + 0.2 * \left\{ 0.5 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.5 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -66 \end{pmatrix} \right\} + 0.33 * \left\{ 0.26 * \begin{pmatrix} 144 \\ 100 \\ 55 \\ 0 \\ -55 \end{pmatrix} + 0.33 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -50 \end{pmatrix} + 0.41 * \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ -75 \end{pmatrix} \right\} \left. \right] \Bigg\}
 \end{aligned}$$

- **Equações referente aos 12 PVF**

$$PVF1 = 0,18*D1+0,25*(0,25*D2+0,42*D3+0,33*D4)+0,22*D5+0,35*(0,36*D6+0,64*D7)$$

$$PVF2 = 0,18*D8+0,20*D9+0,27*D10+0,24*D11+0,11*D12$$

$$PVF3 = 0,16*D13+0,19*D14+0,24*D15+0,27*D16+0,14*D17$$

$$PVF4 = 0,4*D18+0,6*D19$$

$$PVF5 = 0,5*D20+0,5*D21$$

$$PVF6 = 0,63*D22+0,37*D23$$

$$PVF7 = 0,24*D24+0,43*(0,32*D25+0,44*D26+0,24*D27)+0,33*(0,45*D28+0,55*D29)$$

$$PVF8 = 0,24*D30+0,42*(0,58*D31+0,42*D32)+0,34*D33$$

$$PVF9 = D34$$

$$PVF10 = 0,33*D35+0,67*(0,29*D36+0,26*D37+0,23*D38+0,22*D39)$$

$$PVF11 = 0,5*D40+0,5*D41$$

$$PVF12 = 0,26*D42+0,33*D43+0,41*D44$$

